

DIE
HOMOLOGIE DER EXTREMITAETEN.

MORPHOLOGISCHE STUDIEN

VON

DR. P. EISLER,

PROSEKTOR UND PRIVATDOZENT AN DER KGL. ANATOMIE ZU HALLE.



Mit 3 Doppeltafeln und 17 Figuren im Text.

Sonderabdruck a. d. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft
zu Halle Bd. XIX.

HALLE
MAX NIEMEYER
1895.

Wie kaum ein andres Thema hat die Vergleichung der Schulter- und Beckengliedmasse den Morphologen Gelegenheit gegeben, Hypothese gegen Hypothese zu setzen. Die Ergebnisse waren jedoch bisher so wenig im Stande, die allgemeine Anerkennung zu gewinnen, dass HOLL noch 1891 sagen durfte: „Die Versuche, beim Menschen eine Homologisirung der obern und untern Extremität ohne Schwierigkeiten herbeizuführen, sind sämtlich gescheitert". Eine schlimme Kritik, wenn man die stattliche Reihe der Forscher[1]) überblickt, die Mühe und Scharfsinn auf die Lösung des Problems verwandt haben — es findet sich mancher der besten Namen darunter —, eine Kritik, schier geeignet alle Hoffnung auf Erfolg für weitere Bestrebungen in dieser Richtung zu vernichten, sprächen nicht gerade die immer aufs neue wiederholten Versuche dafür, dass es sich hierbei nicht um ein leeres Hirngespinst, um eine Spekulation ohne greifbare Unterlage handeln kann. Denn die Versuche sind selbst von solchen Forschern angestellt worden, die sich ausdrücklich gegen die Philosophie in der Anatomie gewendet haben. Beweisend für die Berechtigung der Versuche ist auch das nicht, wird freilich mancher sagen, besonders wenn er von vornherein die Fragestellung als verfehlt betrachtet und die Vergleichbarkeit der kranialen und kaudalen Extremitäten, wie einst CUVIER, überhaupt negiert, — und er wird nicht ganz mit Unrecht die Thatsache für seine Meinung ins Feld führen, dass eben bisher noch Niemandem der Beweis geglückt ist. Aber eine Behauptung darf nicht deshalb als falsch oder unberechtigt bezeichnet werden, weil ein gelungener Beweis noch aussteht, sondern erst dann, wenn selbst nach Modifikation der Voraussetzung

[1]) BURT WILDER stellt in einer sehr sorgfältigen Literaturangabe (Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. XIV, 1872) allein bis zum Jahre 1872 75 Publikationen, die sich speziell mit der Gliedmassenhomologie beschäftigen, zusammen und weitere 141, in denen dieses Thema berührt wird. Seitdem sind diese Zahlen noch erheblich gewachsen.

auf einem von den gewöhnlich eingeschlagenen verschiedenem Wege und unter vorsichtigster Berücksichtigung der Fehlerquellen ein Beweis nicht zu leisten ist.

Um ein schwieriges Problem handelt es sich ohne Zweifel, und wir werden aus einem kurzen Ueberblick über die Geschichte dieser Frage den Eindruck gewinnen, dass von mancher Seite die Schwierigkeiten viel zu gering veranschlagt worden sind. Wenn ich dann weiterhin meine eignen Versuche auf diesem Gebiete der allgemeinen Beurteilung unterbreite, so thue ich es in der Ueberzeugung, dass selbst die Gegner einer Vergleichung der Schulter- und Beckengliedmasse weitgehende, schon bei oberflächlicher Betrachtung in die Augen fallende Aehnlichkeiten in dem Aufbau beider Extremitäten nicht abzuleugnen vermögen.

I.

Die älteren Hypothesen, die seit Vicq d'Azyr (1774) bis zur Mitte dieses Jahrhunderts aufgestellt worden sind, hat Martins (1857) übersichtlich zusammengefasst und kritisch beleuchtet.

Vicq d'Azyr war der Erste, der sich ernstlich, besonders auch unter Berücksichtigung der Muskeln, Nerven und Gefässe mit dem Problem der Extremitätenhomologie beim Menschen und bei den Tieren beschäftigte. Er vergleicht die kraniale Extremität der einen Seite mit der kaudalen Extremität der andern, also rechten Arm mit linkem Bein, im speziellen Ulna mit Tibia, Radius mit Fibula, Olecranon mit Patella. Hand und Fuss dagegen werden nicht dementsprechend parallelisirt, da sonst der Daumen mit der Kleinzehe zusammenfällt, sondern es werden in wenig konsequenter Weise Daumen und Grosszehe gleich gesetzt.

Sömmering (1794) weist nur auf die Analogie im Bau beider Extremitäten hin, ohne auf Einzelheiten einzugehen. Göthe (1817) hält augenscheinlich Radius und Tibia für Homologa, während Meckel (1816) Olecranon und Patella, Ulna und Tibia, Radius und Fibula gegenüberstellt und ausserdem die Pronation der Vorderarmknochen als Normalzustand bei den Tieren bezeichnet.

De Blainville (1818) homologisirt wieder Radius und Tibia und sieht im Olecranon den Ersatz einer Patella. In gleichem Sinne äussert sich (1824) der Engländer Barclay.

Unabhängig von den Genannten ist Gerdy (1829) der Ansicht,

dass man bei der Vergleichung von Teilen im Tierkörper stets von der Körperaxe ausgehen müsse, als wolle man die Identität zweier symmetrischen Hälften eines Bauwerks darlegen. Für ihn entspricht der Radius der Tibia, die Ulna der Fibula. Dass die dem Olecranon homologe Patella mit der Tibia vereinigt ist, wird als Anomalie aufgefasst und die Pronation als die natürliche Lage der Vorderarmknochen betrachtet.

Blandin (1838) kommt wieder auf Vicq d'Azyrs Vergleichungsversuche zurück und erklärt, wie bereits Gerdy, die Differenzen zwischen beiden Gliedmassen als Folgen funktioneller Anpassung. Die Schwierigkeit, den Daumen der Kleinzehe homologisiren zu müssen, glaubt er dadurch zu beheben, dass er eine Rotation des Carpus um das Capitatum annimmt und dadurch allerdings den Daumen medianwärts schafft.

Eine von den bisherigen abweichende Hypothese wurde von Bourgery (1832) aufgestellt und von Cruveilhier (1835) genauer formulirt. Nach Jenem ist der Humerus der einen dem Femur der andern Seite homolog, die Ulna dagegen entspricht im proximalen Abschnitt der Tibia, im distalen der Fibula. Cruveilhier drückt dies etwas präziser aus, wenn er sagt: „Kein Knochen des Unterschenkels repräsentirt für sich allein einen Knochen des Vorderarms; an jedem Unterschenkelknochen finden sich Charaktere sowol von der Ulna wie vom Radius; da die natürliche Haltung des Vorderarms die Pronation ist und der Unterschenkel dauernd in Pronation steht, darf man nicht den supinirten Vorderarm mit dem pronirten Unterschenkel vergleichen wollen." — Diese *„hypothèse du croisement"* bringt Auzias Turenne (1846) in etwas veränderter Form wieder, indem er zunächst eine linke Schultergliedmasse neben eine rechte Beckengliedmasse setzt, dann aber an Stelle des distalen Vorderarmdrittels und der Hand die entsprechenden Abschnitte der rechten Seite einfügt und so glücklich den Daumen mit der Grosszehe vergleichen kann.

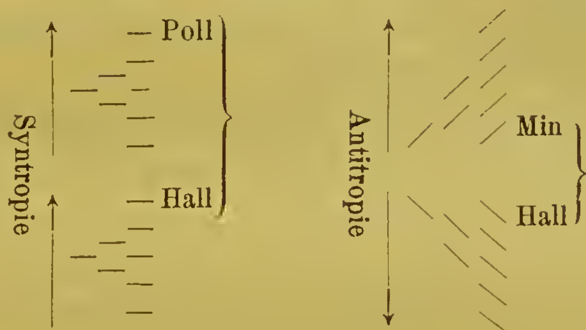
Flourens (1838) nimmt für eine Homologisirung die beiden Extremitäten der gleichen Seite, wobei der Vorderarm in Pronation zu halten ist; Rigaud (1849) empfiehlt für eine Vergleichung von der Peripherie aus zentralwärts zu gehen, Joly und Lavocat (1853) schliessen sich Gerdy und Flourens an, und Chauveau (1857) endlich gelangt wieder auf den Standpunkt Vicq d'Azyrs.

Martins glaubt nun die Hypothesen seiner Vorgänger sämtlich

in den Schatten gestellt zu haben durch seine Annahme einer „virtuellen“ Torsion des Humerus um dessen Längsaxe. Danach erscheint die Schwierigkeit in der Stellung der Knochen des Vorderarms gegenüber denen des Unterschenkels gehoben. Als „membre type“ wird die kaudale Extremität angesehen und von ihr aus die Vergleichung mit der kranialen Extremität der gleichen Seite durchgeführt. Der Humerus ist homolog dem torquirten Femur, die Tibia entspricht dem Radius nebst dem angeschmolzenen proximalen Ende der Ulna, die Patella dem Olekranon, die Fibula der Ulna vom Proc. coronoides abwärts — der ganzen Ulna aber bei den Säugern wie z. B. Phascolomys, Didelphys, Dasyurus, bei denen die Fibula proximalwärts in ein Peronekranon ausgezogen ist oder noch eine Fabella trägt. Die Annahme einer Verschmelzung des Radius mit dem proximalen Teile der Ulna motivirt MARTINS damit, dass die Ulna sich bei Säugern und Amphibien konstant an der Bildung des Kubitalgelenks beteiligt; es sei also unmöglich, dass ihr Repräsentant an der Beckengliedmasse nicht in die Bildung des Kniegelenks eingehe. Eine merkwürdige Inkonsequenz lässt sich MARTINS bei der Homologisirung der Extremitätengürtel zu Schulden kommen, die allerdings, wie er meint, nicht zu den Extremitäten, sondern zum Rumpfe gehören. Nach seiner Ansicht ist es VICQ D'AZYR bei der Vergleichung der rechten Schulter mit dem linken Hüftbein entgangen, dass ausser einer bilateralen Symmetrie in Lage und Form der Teile noch eine Symmetrie in der Lage der Skeletabschnitte am kranialen und kaudalen Rumpfende in die Augen fällt, dass, mit andern Worten, beim Emporstrecken der Arme neben den Kopf eine Durchteilung des Rumpfes senkrecht zur Wirbelsäule Spiegelbilder ergibt, die rechte Scapula demnach als Spiegelbild des rechten Hüftbeins erscheint. Man könne also die Scapula der einen Seite umgedreht an die Stelle des Hüftbeins der andern Seite setzen. Und daraufhin acceptirt er VICQ D'AZYRS Vergleichung der Gürtelknochen ohne Einschränkung, indem er das Ileum homolog dem Scapulakörper, das Tuber ischii homolog dem Proc. coracoides, den Ram. sup. pubis homolog der Klavikel nimmt. — MARTINS gehört übrigens zu denen, die die Homologisirung nicht nur für das Skelet, sondern auch für Muskeln, Nerven und Gefässe durchzuführen versucht haben.

Wie die früheren, so lassen sich auch die nach MARTINS an die Oeffentlichkeit getretenen Vergleichungsversuche in zwei Hauptgruppen

sondern. Die umfangreichere von beiden begreift alle die Ansichten in sich, die den Radius der Tibia, die Ulna der Fibula homologisiren und lässt wieder mehr Unterabteilungen erkennen. Daneben aber besteht eine kleine Gruppe, die wie einstmals Vicq d'Azyr, den Radius der Fibula, die Ulna der Tibia gleichsetzt. B. Wilder nennt die Vertreter der erstern Ansicht „Syntropisten“, die der letztern „Antitropisten“ und versinnlicht die beiden Richtungen durch beistehendes Schema:



Die von Maclise (1849) angeregte, von Martins ausgeführte Theorie der Torsion des Humerus wurde von Gegenbaur (1864) anerkannt und später (1868) durch Winkelmessungen zu stützen gesucht. Für Gegenbaur ist die Drehung des Humerus um seine Längsaxe erwiesen und giebt für die Vergleichung der Extremitäten den Kardinalpunkt ab; dazu kommen dann noch in zweiter Linie Lageveränderungen der proximalen Enden in Ulna und Radius. Martins Deutung der Patella als Homologon des Olekranon ebenso wie des Caput tibiae als Homologon des mit der proximalen Ulnaportion verschmolzenen Radiusköpfchens weist Gegenbaur zurück, indem er die Patella lediglich als Sesambein und die Tibia als Homologon des Radius betrachtet. Trotz aller gegensätzlichen Aeusserungen hat er seine Ansicht festgehalten, wie die Bemerkungen über den Humerus und die Unterschenkelknochen in seinem Lehrbuche der Anatomie des Menschen (1890) darthun. Seine unbestrittene Autorität auf morphologischem Gebiete, auf die sich auch Martins noch einmal (1873) berief, erwarb der Torsionstheorie anfänglich Anhänger in grösserer Zahl, doch blieben nur wenige seiner Fahne treu.

Von ihnen hat W. Krause (1880) ganz in Gegenbaurs Sinne eine Vergleichung der Extremitäten auch für alle Weichteile vorgenommen. Danach entspricht das Ileum der Scapula, das Ischium dem Proc. coracoides; das Pubicum wäre etwa dem Prokorakoid niederer Wirbeltiere, die Clavicula dem Lig. Pouparti zu homologisiren. Es ist jedoch nicht

abzusehen, obwol zur bessern Veranschaulichung der Homologisirung empfohlen wird, „Angulus inf. scapulae und Crista oss. ilii nach hinten, aber in entgegengesetzter Richtung um ca. 90°“ zu drehen, wie dabei eine Vergleichung der Spina ant. inf. ilii mit dem Tubercul. infraglenoidale scap. möglich sein soll. Am Femur und Humerus sind homolog Trochanter mai. und Tubercul. mai., Trochanter min. und Tubercul. minus, aber Condylus lat. fem. und Condyl. medialis hum. etc. Die Vergleichungsversuche der Muskeln sind am Schlusse dieses Aufsatzes in einer Tabelle übersichtlich nebeneinandergestellt.

Nach Krause hat sich meines Wissens Niemand wieder in gleicher Weise zu der Torsionstheorie bekannt, wenngleich sie in den Schriften der speziellen Schüler Gegenbaurs (z. B. bei Bayer und Popowsky) gelegentlich wieder erscheint. Denn bereits 1860 hatte Humphry sie bekämpft, und ebenso sprachen sich in Frankreich Foltz (1863), in Amerika Wilder (1866) und Wyman (1867) dagegen aus.

Als Urheber einer neuen, von den bis dahin bestehenden abweichenden Auffassung der Vergleichung trat Huxley (1864) auf und fand bald in weiten Kreisen, besonders aber unter den englischen Forschern Anklang, obschon er nicht den Anspruch erhob eine Lösung des Problems gefunden zu haben. Vielmehr betont er, dass dies nur mit Hilfe eines ausgiebigen Studiums der Extremitätenentwickelung zu erreichen sei. Man dürfe die Extremitäten nicht in der Stellung, die sie beim Erwachsenen einnehmen, vergleichen, sondern einzig und allein in der bei dem ersten Erscheinen am embryonalen Körper, wo sie wirklich einander entsprechen. Da stehen sie rechtwinklig vom Rumpf ab und wenden die Streckflächen dorsalwärts, die Beugeflächen ventralwärts. Erst allmälig werden sie geknickt und bekommen die von ihrer Funktion im Leben abhängige Stellung. Die embryonalen Verhältnisse erhalten sich bei einigen Amphibien und Reptilien und annähernd bei Galeopithecus. — Der erste Hinweis auf die Wichtigkeit der embryonalen Stellung der Extremitäten für die Vergleichung findet sich übrigens bereits bei Humphry (1858).

Huxley homologisirt dann den praemembralen oder praeaxialen (kranialen) Rand der kranialen Extremität mit Radius und Pollex dem praeaxialen Rand der kaudalen Extremität mit Tibia und Hallux, und ebenso die postmembralen oder postaxialen Ränder. Bei dieser Ver-

gleichung entsprechen Tuberculum mai. humeri und Trochanter min., Tubercul. minus und Trochanter mai. einander, und die ganze Idee baut sich auf der Lehre von der serialen Homologie des Wirbeltierkörpers OWENS (1846) auf. Bemerkenswert ist die hier zum ersten Male auftretende Parallelisirung der Fossa supraspinata scapulae mit der Fossa iliaca int., der Linea ileopectinea mit dem Margo sup. scapulae, der Crista ilii mit der Spina scap., zu deren Erklärung man auf die eigentümliche, schon von OWEN näher beleuchtete, Form des dorsalen Scapulaabschnitts bei den Monotremen und auf die dreiseitig prismatische Gestalt des Ileum bei niedern Säugern zurückging. Und während man früher allgemein den M. iliacus mit dem M. subscapularis verglich, kam man jetzt zu der Ansicht, ihn dem Supraspinatus zu homologisiren; dann waren die Mm. glutaei dem Infraspinatus, der proximale Abschnitt des Obturator int. dem Subscapularis homolog oder es fehlte das Homologon des letzteren überhaupt. HUMPHRY (1860) hatte auf Grund der Betrachtung der Scapula bei Monotremen, Vögeln und Reptilien als wahrscheinlich hingestellt, dass Ileum und Scapula ursprünglich einfache, gestreckte und vertical zur Körperlängsaxe gelagerte Elemente gewesen seien, die in einem gewissen Grade an der Rotation der Extremitäten participirten. Wie demnach die Extremitäten sich aus der embryonalen in die definitive Stellung in entgegengesetztem Sinne drehten, so wäre auch eine Drehung der Scapula und des Ileum anzunehmen, wodurch der ursprünglich mehr laterale Axillarrand der Scapula und der ebenso gelagerte Inguinalrand des Ileum sich einander zugewandt hätten. Beweise für diese Hypothese vermochte HUMPHRY nicht beizubringen, fand aber seine Ansicht in Uebereinstimmung mit der Thatsache, dass bei Säugern Klavikel und Akromion den Proc. coracoides kreuzen. Zu den notwendigen Konsequenzen dieser Anschauung gelangte er jedoch noch nicht, sondern schloss sich erst später (1869, 1871, 1876) mehr der von HUXLEY vorgeschlagenen Vergleichung an.

HUXLEY's Theorie wurde zunächst von MIVART (1866) in mancher Hinsicht durch Untersuchungen an Monotremen, besonders Echidna hystrix, gestützt. Im Speziellen aber ergeben sich doch verschiedene Abweichungen. MIVART vergleicht zwar Proc. coracoides und Ischium, Incisura scapulae und Incisura ischiad. maior, jedoch Spina scapulae (+ Acromion?) und Linea ileopectinea. Von Muskeln erscheinen ihm

Mm. iliacus + psoas den Mm. supraspinatus, infraspinatus und Teres minor. Mm. glutaei med. + minimus den Mm. subscapularis + teres mai. homolog.

Rollestons (1867) und Pagenstechers (1867) Beiträge zur Muskelvergleichung sind zwar im Sinne der Huxley'schen Auffassung gehalten, weisen aber doch wieder mehrfache Modificationen auf. Cleland, der anfangs (1866) noch mit Goodsir und Flourens den pronirten Vorderarm dem Unterschenkel homologisirte, nahm später (1869) die seriale Homologie an, ohne aber einen so ausgesprochenen Standpunkt zu erlangen, wie Flower (1870).

Nach diesem Forscher ist Schulterblatt und Darmbein der Säuger auf einen Stab von dreiseitig prismatischer Gestalt zurückzuführen. Das eine Ende des Stabes mit der Epiphysis suprascapularis bezw. suprailiaca liegt dorsal, das andre mit der Gelenkpfanne und dem anhangenden Korakoid bezw. Ischium ventral. Die ideale Grundform besitzt eine laterale Kante, die an der Gelenkpfanne endet und die Grenze zwischen einer kranial (präaxial) und einer kaudal (postaxial) dazu gelegenen rinnenförmigen Grube bildet. Zwischen der kranialen und der kaudalen Kante findet sich eine dritte, medianwärts, dem Körper zugekehrte Grube. Gleich gelagerte Ränder und Gruben sind einander homolog. Die kraniale Kante der idealen Scupula läuft ventral in das Akromion aus, entspricht der Spina scapulae und ist homolog der kranialen Darmbeinkante, die in dem Pubicum endet und der Linea ileopectinea entspricht. Die laterale Kante der Scapula endet mit der Ursprungsstelle des Triceps an der Pfanne, entspricht also dem spätern Axillarrand und ist homolog der lateralen Darmbeinkante, deren Ende an der Pfanne die Ursprungsstelle des Rectus femoris abgibt und als späterer Inguinalrand des Ileum zwischen Spina ant. sup. und Spina ant. inf. anzusehen ist. Die kaudale Scapulakante endet im Proc. coracoides, entspricht demnach dem spätern Margo sup. scapulae und ist homolog der Kaudalkante des idealen Darmbeins, die in das Ileum übergeht und später den Margo ischiadicus darstellt. Die präaxiale Grube der Scapula wird definitiv zur Fossa infraspinata, ist homolog der zunächst noch präaxial gelegenen Fossa iliaca interna; die postaxiale Grube der Scapula wird zur Fossa subscapularis, ist homolog der postaxialen Fossa iliaca externa (Planum glutaeale); die mediale

Grube der Scapula endlich wird zur Fossa supraspinata und ist homolog dem Darmbeinabschnitt zwischen Linea ileopectinea und Margo ischiadicus, also der Tuberositas, Facies auricularis und kleinen Beckenfläche des Ileum. Die praeaxialen Gruben setzen sich in der primitiven (Ausgangs-) Stellung auf den präaxialen Abschnitt der Extremitäten fort und *vice versa* die postaxialen. Um in die definitive Stellung zu gelangen, rotirt die proximale Extremität kaudalwärts um ihre Längsaxe, die distale Extremität kranialwärts, aber in geringerem Grade als jene; die zugehörigen Gürtelknochen führen die gleiche Drehung um ihre dorsoventral gestellte Längsaxe aus. Die umstehende Tabelle neben

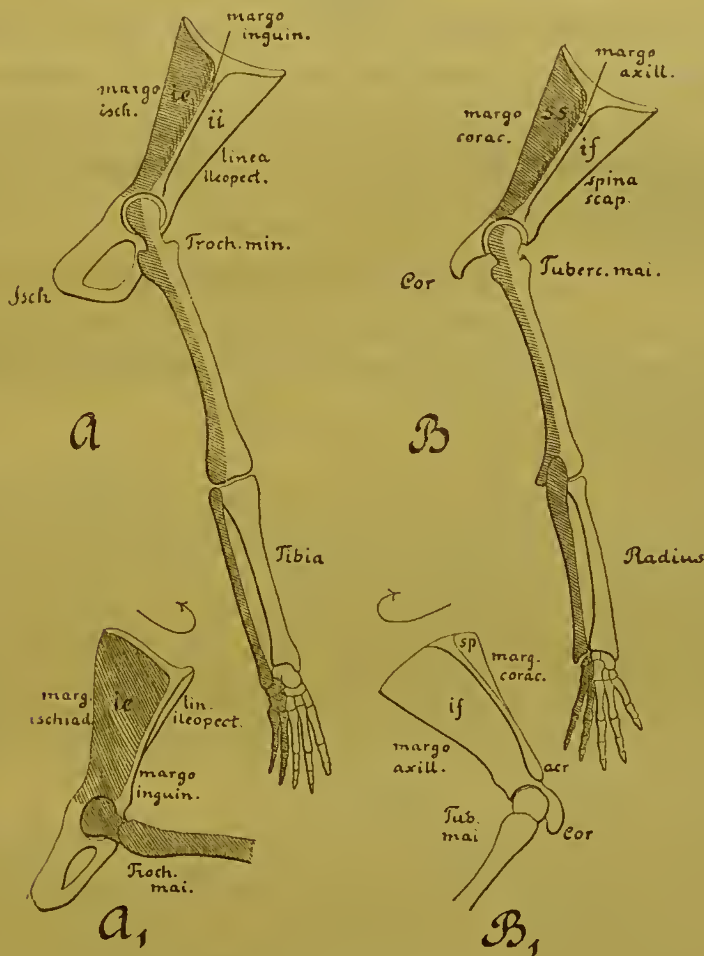


Fig. 1 (nach Flower).

A und *B* = kaudale und kraniale Extremität im idealen, primitiven Zustande vor der Drehung; A_1 und B_1 = Hüftbein und Schulterblatt nach der Drehung.

den ebenfalls nach Flower entworfenen Skizzen werden das Gesagte noch weiter veranschaulichen helfen. Für die Klavikel hat der Beckengürtel kein Homologon. Durch die Verbindung des Akromion mit dem

Flächen:

Schulterblatt	Idealer Zustand	Hüftbein
Fossa praescapularis (supraspinata)	1. Wirbelwärts gelegen	Sakralfläche (Innere Fläche des Darmbeins hinter der Linea arcuata int., umfasst die Facies auricularis u. die ober- u. unterhalb derselben gelegenen Partien.
Fossa postscapularis (infraspinata)	2. Praeaxial	Fläche des Darmbeins, Fossa iliaca int.
Fossa subscapularis	3. Postaxial	Aussenfläche.

Ränder:

Schulterblatt	Idealer Zustand	Hüftbein
Pfannenrand (Kaudalrand d. meisten Tiere, Axillarrand d. Menschen)	1. lateral	Pfannenrand (Kranialrand).
Spina scapulae	2. Kranial und etwas medial	Schambeinrand (Linea arcuata int.).
Korakoidrand (Kranialrand d. meisten Tiere, Margo sup. d. Menschen	3. Kaudal und etwas medial	Sitzbeinrand (Kaudalrand).

Proc. coracoides vermittelst des Lig. coraco-acromiale wird eine dem Foramen obturatorium homologe Oeffnung geschaffen; bei den Faultieren ist diese Oeffnung an der Scapula vollständig von Knochen umrandet (!?). Die Muskelhomologien ergeben sich aus der Skeletvergleichung zum Teil von selbst: Iliacus = Infraspinatus, Glutaeus med. + minimus = Subscapularis; der Supraspinatus ist wahrscheinlich eine Abspaltung vom Infraspinatus, Pectineus = Deltoides etc.

Humphry (1871) fühlte sich von Flower misverstanden, besonders was die Drehung des Schulter- und Beckengürtels anlangt. Er kann den Unterschied, der nach Flower zwischen der Richtung der Ränder und Flächen seines hypothetischen prismatischen und des definitiven Schulterblatts bezw. Darmbeins bestehen soll, nicht anerkennen. Denn die Ventralabschnitte, Korakoid und Ischiopubis, nehmen an der Drehung nicht Teil, sondern behalten ihre ursprünglichen Aussen- und Innenflächen. Nicht um eine dorsoventrale Axe, wie Flower will, sondern um eine transversale Axe rotiren die Extremitätengürtel, in gewisser

Weise entsprechend der Rotation der freien Gliedmassen: wie nämlich an der kaudalen Extremität sich die ursprünglich ventrale Beugefläche kaudalwärts dreht, wird auch das Ischiopubis kaudalwärts rotirt — umgekehrt wird an der kranialen Extremität die ursprünglich dorsale Streckfläche zur kaudalen, der dorsale Scapulaabschnitt wird dementsprechend kaudalwärts gedreht. Freilich trifft das nicht überall zu, denn bei den meisten Sauriern steht das Ileum weiter kaudalwärts als das Ichiopubis und bei den Vögeln erscheint die Scapula rotirt, während das Korakoid seine primitive Stellung beibehält. HUMPHRY homologisirt jetzt, ausgehend von der Darmbeinform bei Echidna und den Beutlern, die der Wirbelsäule zugewandte mediale Fläche des Ileum d. h. Sakralgelenkfläche und kleinen Beckenabschnitt der Fossa subscapularis, die Fossa iliaca mit dem Ursprung des M. iliacus der Fossa supraspinata, die Facies glutaealis der Fossa infraspinata; ferner die Linea ileopectinea dem Margo sup. scapulae, den Kaudalrand des Ileum (mit der Spina post. inf.) dem Axillarrand der Scapula (mit dem Angulus inf.), den Proc. coracoides (= Korakoid + Präkorakoid der Reptilien mit der Fensterung) dem Ischiopubis mit dem Foramen ovale, die Klavikel dem Lig. Pouparti. Die mangelhafte Uebereinstimmung in der Muskulatur resultirt grösstenteils aus Verschiebungen in Folge funktioneller Anpassung.

In seiner nächsten Publication (1876), die sich mit der unterdessen erschienenen Theorie P. ALBRECHTS beschäftigt, bringt HUMPHRY wiederum einige Modifikationen in der Homologisirung der Muskeln. Doch ist von grösserer Bedeutung die Präcisirung seiner Ansicht über die Stellungsveränderung der Extremitäten von dem primitiven zum definitiven Zustand. Für die Fortbewegung des Tierkörpers auf dem Festland mussten die Extremitäten in Knie und Ellenbogen, Fuss- und Handgelenk gebeugt werden, aber in entgegengesetztem Sinne, entsprechend der Bestimmung der kranialen Gliedmasse zum Vorwärtsziehen (traction function), der kaudalen Gliedmasse zum Vorwärtsschieben (propelling function) der Körperlast. Dann erfolgte an der kranialen Extremität eine Vierteldrehung des Oberarms kaudalwärts, eine halbe Drehung des Vorderarms kranialwärts (Pronation); an der kaudalen Extremität vollzieht sich nur eine Vierteldrehung des Oberschenkels kranialwärts.

Die Notwendigkeit der Beugung der Extremitäten in entgegengesetzter Richtung für das Zustandekommen der Vorwärtsbewegung auf dem Lande war, wie von Andern, auch von LAVOCAT (1867) hervorgehoben. Diese Gegenstellung, sagt er, wird erzeugt durch eine methodische Inversion der speziellen Muskeln, die sich an beiden Extremitäten entsprechen. Dadurch entsteht eine Wiederholung en matière inverse, qui n'exclut pas l'analogie. [1])

Mehr oder minder innig schliessen sich der serialen Homologie der Engländer an A. JULIEN (1878) und LANNEGRACE (1878). Der Erstere weist die Annahme zurück, dass die kaudale Extremität als typische, unverändert gebliebene Gliedmasse aufzufassen sei; die Ansicht des Letztern wird durch die Homologisirung des M. iliacus mit den Mm. supraspinatus, infraspinatus und teres minor, des M. subscapularis mit den Mm. obturator int. (portio iliaca), glutaei medius et minimus charakterisirt.

Originell und überraschend erschien (1875) die von P. ALBRECHT empfohlene Methode der Gliedmassenvergleichung, fand aber nirgends merkbare Zustimmung. ALBRECHT übernimmt zunächst im grossen Ganzen die GEGENBAUR'sche Homologisirung des Skelets, will aber die mangelnde Uebereinstimmung in der Lage der Vorderarm- und Unterschenkelknochen nicht durch eine Torsion des distalen Humerusabschnittes beseitigt wissen, sondern lässt den, seiner Behauptung nach ursprünglich medial zur Ulna, unter dem Condylus medialis hum. gelegenen Radius sich von der Ulna her lateralwärts unter den Condylus lateralis hum. bewegen. Dadurch wird zugleich die ursprünglich bestehende Pronation der Hand allmälig in Supination umgewandelt, sodass also die beim Menschen und bei den höheren Säugern vorhandene Pronationsfähigkeit des Vorderarms erst nachträglich wieder erworben ist. An Kühnheit rivalisirt diese Idee mit der „hypothèse du croisement“ von BOURGERY und CRUVEILHIER, und der Beweis für seine Behauptung ist ALBRECHT nicht gelungen, wie bereits ein Jahr später HUMPHRY auseinandersetzte. Hinsichtlich der Muskelvergleichung kehrt ALBRECHT teilweise auf den Standpunkt OWENS zurück, wonach die Flexoren der einen Extremität

---

[1]) Leider war mir die Originalarbeit nicht zugänglich, sodass ich über die weitere Verfolgung dieses Gedankens nichts zu berichten vermag. Das Citat ist SABATIER entnommen.

für homotyp den Extensoren der andern zu gelten haben. Wir werden sehen, dass in allen neueren Arbeiten über unser Thema nur noch einmal, nämlich von STIEDA eine ähnliche Ansicht geäussert ist.

Unabhängig von allen bestehenden Theorien und auf breitester vergleichend-anatomischer Grundlage trat 1879 SABATIER mit einer umfangreichen Abhandlung über Schulter- und Beckengürtel der Wirbeltiere hervor. Bei der Kritik der frühern Arbeiten sieht er den allgemein begangenen Fehler darin, dass man alle Bestandteile des Hüftbeins an dem Schultergürtel suchte und ferner, dass man zunächst die Skeletteile homologisirte und dann die Muskeln daran setzte; denn die Knochen sind mehr für die Muskeln da als umgekehrt. SABATIER gibt die primitive embryonale Stellung für beide Extremitäten als halbe Supinationsstellung an. Bei der weitern Entwicklung wird für die kraniale Extremität der Säuger, sobald der Ellenbogen sich kaudalwärts dreht, forcirte Pronation der Vorderarmknochen nötig, damit die Palma auf dem Boden bleibe, für die kaudale Extremität dagegen, da das Knie sich kranialwärts dreht, extreme Supination des Unterschenkels. Die Homo-

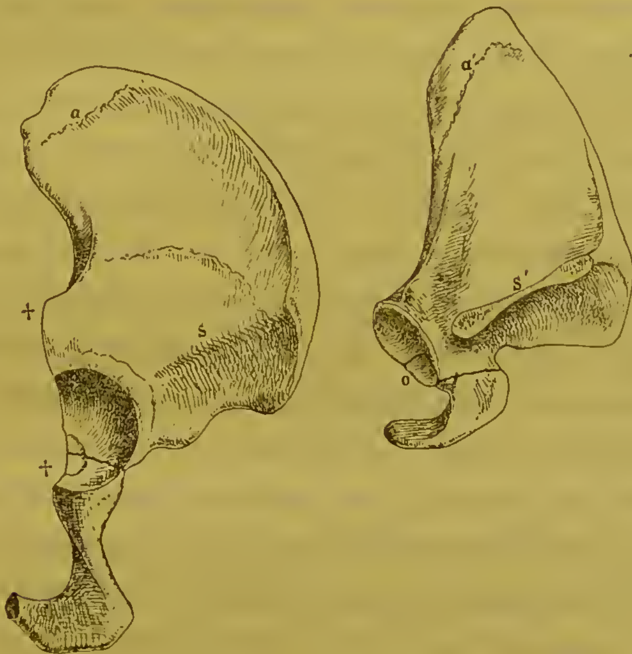


Fig. 2 (nach SABATIER).
Das Ischium ist bei ††, die Spina scapulae bei *S'* abgesägt; *o* accessorischer Knochenkern.

logisirung des Hüftbeins mit der Scapula (beim Menschen) wird am leichtesten durch die beifolgende Skizze (Fig. 2) zur Anschauung gebracht. Der Proc. coracoides entspricht also dem Pubicum, der Margo axillaris

scapulae dem Margo ischiad. ilei, der Margo sup. scap. dem Margo inguinalis ilei, die Spina scapulae dem wulstigen Vorsprung, der von der Grenze des ventralen und mittlern Drittels der Crista ilei über die Aussenfläche der Darmbeinschaufel gegen die Pfanne zieht („Saillie iliaque“ Fig. 2, s). An der freien Extremität sind Trochanter maior und Tuberculum minus hum. nur analoge, nicht homologe Bildungen; der Trochanter minor hat am Humerus überhaupt weder Analogon noch Homologon, er gehört nicht zum Gelenkkopf, sondern zur Diaphyse und entspricht der Crista pectorodeltoidea (Spina tuberculi maioris) des Humerus. SABATIER's Muskelhomologisirung wird zum Teil nur verständlich durch seine Auffassung der funktionellen Bedeutung der vom Extremitätengürtel entspringenden Muskulatur für die noch ziemlich primitiv gestellte Extremität der niedern Vertebraten, Amphibien und Reptilien: die Extremität geht im Oberarm und Oberschenkel noch fast rein transversal und horizontal vom Rumpf ab, deshalb zerfallen die Muskeln nicht in Extensoren und Flexoren im landläufigen Sinne, sondern in Muskeln zum kranialwärts und kaudalwärts Ziehen der Extremität, also für eine Bewegung um eine etwa dorsoventral durch das Schulter- und Hüftgelenk gelegte Axe. Damit kommt man zu den merkwürdigsten Konsequenzen, wie z. B. der Homologisirung des Cap. long. bicipitis brachii mit Rectus fem. + Sartorius + Semitendinosus + Semimembranosus. Sonderbar berührt es auch, wenn der Glutaeus minimus als Portio iliaca des Obturator externus, oder wenn gar die Portio pubica + aponeurotica des Levator ani als Homologon des Pectoralis min. (hominis), der Piriformis als Homologon des Pectoralis mai. betrachtet wird. SABATIER verfährt keineswegs glimpflich mit den Verfassern der frühern Homologisirungsversuche und wirft ihnen vor, dass sie nach vorgefassten Meinungen gearbeitet hätten. Der gleiche Vorwurf könnte mit Leichtigkeit gegen ihn erhoben werden, denn die vorgefasste Meinung nicht nur, sondern die Voreingenommenheit dafür schaut bei ihm allerwärts zwischen den Zeilen hervor. Ist es denn überhaupt ein Vorwurf für einen Forscher, mit einer bestimmten, vorgefassten Idee an ein derartig philosophisches Thema wie die Extremitätenhomologie zu gehen? Doch gewiss nur dann, wenn der Autor es an der nötigen Kritik seiner selbst und des gesammelten Beweismaterials mangeln lässt. —

SABATIER's Standpunkt wird auch von TESTUT eingenommen, der

in seinen „Anomalies musculaires chez l'homme“ (1884) verschiedentlich auf die Homologisirung von Muskelvarietäten an der einen mit normal vorhandenen Muskeln an der andern Extremität eingeht.

Seit 1883 hat v. Bardeleben in einer Reihe von Abhandlungen sich mit der Vergleichung der distalen Abteilungen der Extremitäten beschäftigt, besonders auch mit Rücksicht auf Rudimente von Randfingern, Praepollex bezw. Praehallux und Postminimus, deren ursprüngliches Vorhandensein seiner Ansicht nach durch die Muskelverhältnisse sichergestellt erscheint. Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen, doch werden wir gelegentlich einzelne Punkte aus den bereits vorliegenden Mitteilungen näher in Betracht zu ziehen haben.

Die Frage, in welcher Stellung die Vergleichung der Gliedmassen zu erfolgen habe, wurde (1889) von Hatschek — zunächst für die vierfüssigen Tiere — wieder aufgegriffen und unter Hinweis auf die Stellung der parigen Fischflossen und der Extremitäten bei Urodelenlarven dahin entschieden, dass als theoretisch richtigste und praktisch anschaulichste die Horizontalstellung anzusehen ist, wobei wir die Tiere in identischer Lage etwa von der Bauchseite aus betrachten. — Die für die höher differenzirten Vierfüssler charakteristischen Lageveränderungen der Extremitäten aus der primitiven, bei den Urodelen noch ziemlich unverändert erhaltenen Stellung erfolgen dadurch, dass zunächst der stützende Teil, Hand und Fuss, den ursprünglichen kranialen Rand medianwärts dreht; dann verschiebt sich der Stiel der kranialen Extremität, d. h. Ober- und Vorderarm, soweit, dass sich der Ellenbogen kaudalwärts wendet. Stützender Teil und Stiel erfahren also eine Drehung in entgegengesetztem Sinne: es resultirt eine Ueberkreuzung der ursprünglich parallelen Vorderarmknochen. An der kaudalen Extremität dreht sich dagegen das Knie in gleichem Sinne wie der kraniale Fussrand medianwärts, die beiden Unterschenkelknochen bleiben daher parallel. „Die verschiedenartige Stellung der vordern und hintern Extremität bezieht sich demnach nur auf den Extremitätenstiel, während der stützende Teil gleichartig gelagert ist“. Wir sehen hier also eine Auffassung der Vorgänge, die von dem bereits von Humphry, Sabatier und Andern gegebenen Erklärungen in keinem wesentlichen Punkte abweicht.

Während Hatschek nicht direkt sagt, dass sich für eine Vergleichung

die kraniale Extremität in Pronation befinden müsse, spricht HOLL (1891) sich mit Entschiedenheit für die Pronationsstellung als eine natürliche Lage aus. Die Supination ist eine erzwungene Lage und als solche von vornherein für die Homologisirung der Extremitäten nicht zu verwerten — ein Gedanke, den GERDY (1829) auch schon geäussert hatte. HOLL sucht nun darzulegen, dass die beiden Unterschenkelknochen nicht parallel, sondern ebenfalls, aber unveränderlich, in Pronation stehen: die Axen beider Knochen kreuzen sich, das proximale Ende der Fibula liegt lateral und hinten von der Tibia, wie die Ulna auch hinter dem Radius liegt. HATSCHEKS Schilderung von den Lageveränderungen der Vierfüsslergliedmassen ist richtig, denn es sprechen auch die ontogenetischen Vorgänge dafür, doch weder HATSCHEK noch frühere Beobachter, wie HUMPHRY, KÖLLIKER, HERTWIG machen bestimmte Angaben, wo die Drehung des Extremitätenstieles erfolge. Beim Menschen tritt postembryonal für die kaudale Extremität noch eine Adduktion, eine weitere Einwärtsrotation und eine Streckung im Hüftgelenk ein, wie das die Gelenkkapsel und das Lig. teres zeigt. Die kraniale Extremität wird postem bryonal noch adduzirt, auswärts rotirt und für die aufrechte Stellung retroflektirt, doch geht die Auswärtsrotation nicht im Schultergelenk vor sich, sondern ist im Wesentlichen auf eine Stellungsveränderung des Schultergürtels zurückzuführen. Am deutlichsten sieht man dies an den Nerven, denn das ganze zur Extremität ziehende Bündel zeigt eine Torsion in der Schultergegend, die bei Rückdrehung der Scapula in die primitive Stellung schwindet. Auch die Nerven für die kaudale Extremität, Cruralis ebenso wie Ichiadicus, besonders aber jener, sind torquirt, aber erst distal vom Becken. — Keine von beiden Extremitäten ist unverändert geblieben, also auch keine für die andre als massgebendes Vergleichungsobjekt zu benutzen. „Für eine richtige Homologisirung ist unbedingt notwendig, dass an beiden Extremitäten all die Stellungsveränderungen, die sie eingingen, in rückläufigem Sinne durchgemacht werden.“ [1])

---

[1]) HOLL hat HATSCHEK augenscheinlich missverstanden, wenn er (pg. 30) sagt: „Um die Extremitäten bei diesen — den Vierfüsslern — homologisiren zu können, ist es nach den Angaben HATSCHEKS daher notwendig, vorerst eine Lageveränderung sowohl der vordern als auch der untern Extremität vorzunehmen, u. zw. in rückläufigem Sinne. Führt man aber dieses aus, so erlangt man es wohl, dass die

Auf Holls eigenartige Ansicht über die Stellung der Unterschenkelknochen komme ich noch einmal zurück. Hier sei nur noch auf eine, zum mindesten gewagte Behauptung hingewiesen, die bei der Präcisirung der Begriffe Pronation und Supination vorgebracht wird. Nachdem Supination als „rückläufige Bewegung aus der Pronation", wodurch die Vorderarmknochen parallel werden, definirt ist, heisst es (pg. 49) weiter: „In den ersten Zuständen der Entwicklung der obern Extremität z. B. stehen die Vorderarmknochen auch oder wenigstens fast parallel; man hat aber kein Recht, diese Stellung auch mit dem Ausdrucke Supinationsstellung zu bezeichnen, denn in diesem Falle wurden Radius und Ulna in dieser parallelen Lage angelegt, während im frühern Falle die Supinationsstellung aus der Pronationsstellung hervorgegangen ist. Wir finden auch, das im Embryo und Erwachsenen, obwohl die Vorderarmknochen je eine parallele Lage haben, beide doch entgegengesetzt liegen". Ich gestehe, dass mir der Sinn dieses Passus nicht klar geworden ist. Einmal wird die Behauptung des letzten Satzes durch gar nichts bewiesen, dann aber ist am Schluss der Arbeit ausdrücklich die Heranziehung recht früher embryonaler Stadien der Extremitäten für die Vornahme der Homologisirung empfohlen.

Wiedersheim, 1876 noch ein begeisterter Anhänger der Theorien Gegenbaurs, spricht 1886 ziemlich reservirt von einer Verschiebung des obern Radiusendes lateralwärts. „Dass dabei die immer mehr sich differenzirende Muskulatur eine grosse Rolle spielt, steht ausser allem Zweifel, allein diese genügt nicht zu einer befriedigenden Erklärung. Es handelt sich dabei vielmehr noch um eine phylogenetisch und ontogenetisch zum Ausdruck kommende Drehung des distalen Humerusendes, die wir mit Götte am besten mit dem Namen „radio-präaxiale Torsion" bezeichnen können. Darauf basirt die Lageverschiebung des ursprünglich

---

Streckseiten resp. Ellenbogengelenk und Kniegelenk nach aussen zu liegen kommen, aber durch die Zurückdrehung des stützenden Teiles kommen ihre Palmar- resp. Plantarflächen ebenfalls nach aussen zu liegen, was bei der vordern Extremität durch eine ausgeführte Supination leichter, bei der hintern aber schwer zu erreichen ist. Die Streckseiten des Ellbogengelenkes und Kniegelenkes sehen nach erfolgter Rückdrehung nach aussen, aber auch die Beugeseiten der stützenden Teile, obwol Daumen und grosse Zehe gleichsinnig nach hinten gerichtet sind". Das habe ich aus Hatscheks kurzer und klarer Darstellung nicht herauslesen können.

medianwärts (wie die Tibia) gelegenen Radius und die Homologie beider Extremitäten in obigem Sinne" — dass der Radius homolog der Tibia sei — „ist somit erwiesen; die hintere Extremität zeigt sich im allgemeinen konservativer, die vordere ist modifizirt." Diesen Standpunkt hat Wiedersheim neuerdings (1893) insoweit verlassen, als er die Lageveränderungen der Extremitäten ganz im Sinne Hatscheks und Holls erklärt. Als ein Ergebnis seiner umfassenden Untersuchungen über das Gliedmassenskelet der Wirbeltiere homologisirt er an den Extremitätengürteln die Clavicula, die genetisch als Auswuchs der Scapula erscheint, mit dem Pubis. „Wie das Pubis für das Becken, so ist die Klavikel für den Schultergürtel der jüngste Erwerb."

Einer von den neuern ganz abweichenden Anschauung, die sich aber in manchen Punkten der Albrechts nähert, huldigt L. Stieda (1893). Wir werden, um seinen Standpunkt beurteilen zu können, hier etwas näher auf diese Abhandlung eingehen müssen. Stieda polemisirt gegen die gebräuchliche Bezeichnung Extensoren und Flexoren als unzutreffend und ist überzeugt, dass, wenn diese Bezeichnung nicht existirte, „Niemand auf die Idee gekommen wäre, alle Extensoren und alle Flexoren für gleichwertig zu halten". Denn dadurch homologisirt man beim Menschen solche Teile, die an der obern Extremität vorn liegen, mit solchen Teilen, die an der untern Extremität hinten liegen. Dadurch verfiel man dann auf die Theorie der Drehung, entweder des Oberarms allein (Martins, Gegenbaur), oder dass beide Extremitäten in entgegengesetztem Sinne gedreht seien (Kölliker, Hertwig, Hatschek, Humphry u. A.). Zur Homologisirung der Weichteile bedarf es nicht der Drehung der Gliedmassen. „Die Drehung der Gliedmassen um ihre Längsaxe ist eine nicht bewiesene Hypothese. Die Gliedmassen drehen sich während ihrer Entwicklung nicht um ihre Längsaxe".

Wenn nun Stieda der Ansicht Holls beipflichtet, weil er die Theorie der Drehung vollständig verwerfe, so läuft ihm wohl ein kleines Misverständnis unter, denn Holl erklärt sich zwar gegen die Torsion des Humerus nach Martins und die radiopräaxiale Verschiebung der Vorderarmknochen nach Albrecht, nimmt aber ausdrücklich Hatscheks Darstellung der phylogenetischen Lageveränderungen der Extremitäten und die Kölliker-Hertwig'sche Schilderung der ontogenetischen Vorgänge als im Wesentlichen richtig an. Und dann kann man doch die

Torsion des Humerus nicht ohne weiteres auf gleiche Stufe stellen mit den Drehungen der Extremitäten, wie sie HUMPHRY, KÖLLIKER, HATSCHEK beschreiben.

STIEDA entwickelt weiter seine Ansicht folgendermassen: Vergegenwärtigt man sich einen frühen Zustand der Extremitäten, so hat man längliche, seitlich vom Leibe abstehende Platten, die eine dorsale und eine ventrale Fläche, einen kranialen und einen kaudalen Rand unterscheiden lassen.[1] „Es ist hiernach durchaus selbstverständlich, dass die dorsalen Weichteile der vordern Extremitätenplatte den dorsalen Weichteilen der hintern Extremitätenplatte, wie die ventralen Weichteile den ventralen homolog sind". — „Während der weitern Entwicklung verändern die ursprünglich seitlich vom Leibe abstehenden Gliedmassen ganz unzweifelhaft ihre Stellung, nach HOLL, der ausdrücklich eine Drehung um die Längsaxe ausschliesst. Die Extremitäten werden adduzirt, d. h. an den Leib herangezogen", (man ziehe stehend oder auf dem Rücken liegend, die gespreizten Arme an den Leib und schliesse die Beine aneinander). Dabei bleibt an den Extremitätenplatten dorsal und ventral gewahrt, es ist reine Stellungs-, nicht Lageveränderung. Der Gang auf allen Vieren wird dann dadurch ermöglicht, dass die Platten eine Bewegung um eine frontale Axe, eine Flexion, ausführen. Dadurch kommt zwar die dorsale Fläche kaudalwärts, die ventrale kranialwärts zu liegen, doch die in den Extremitäten befindlichen Weichteile haben ihre Lage zu einander nicht verändert. Es ist also die am Oberarm vorn befindliche Muskelmasse (Biceps, Coracobrachialis, Brachialis int.) homolog der am Oberschenkel vorn befindlichen (Quadriceps etc.), die hintre (Triceps) homolog der hintern (Biceps fem. etc.), denn die hintern sind ursprünglich dorsal und deshalb homolog. — Geht man davon aus, dass die Gelenke der freien Extremitäten ursprünglich freie Zylindergelenke gewesen seien, so ist die entgegengesetzte Knickung im Knie und Ellenbogen dadurch zu erklären, dass im Laufe der Zeit durch Anpassung die Vorderextremität die Dorsalbeugung, die hintre die Ventralbeugung eingebüsst haben. — Die natürliche Stellung für den Unterarm ist die Pronation, der Unterschenkel

[1]) An einem einfachen Papiermodell lässt sich der Gedankengang leicht veranschaulichen.

ist ein für allemal pronirt. „Ursprünglich, so können wir uns vorstellen, haben in den Gliedmassenplatten der Radius sowie die Tibia kranialwärts (lateral), die Ulna sowie die Fibula kaudalwärts (medial) gelegen. Im Laufe der Entwicklung hat sich in der vordern Extremität der Radius um die Ulna gedreht, sodass die beiden Knochen eine gekreuzte Lage haben. „Der Vorderarm ist pronirt", kann aber supinirt werden. „An der hintern Extremität ist die Lageveränderung freilich nicht beobachtet, aber sie muss vorausgesetzt werden. Es hat auch hier früher die Tibia kranialwärts (lateral) und die Fibula kaudalwärts (medial) gelegen; es hat sich dann die Tibia um die Fibula gedreht, sodass ihre Lage nun eine gekreuzte ist."

Nach diesen letzten Sätzen ist also, wenngleich der Autor es nicht direkt ausspricht, die Fibula früher einmal mit dem Condylus medialis fem. in Verbindung gewesen, — eine Behauptung, die sich schlechterdings durch nichts beweisen lässt —, und müsste sich hinter der Tibia weg lateralwärts bewegt haben. Ein derartiger Vorgang würde der radiopräaxialen Verschiebung der Vorderarmknochen Albrechts vollkommen analog und etwa als „fibulo-postaxiale" Verschiebung der Unterschenkelknochen zu bezeichnen sein.

Stieda zieht auch die Nerven in das Bereich seiner Vergleichung und sucht sie zugleich als Beweismittel zu benutzen. Nur etwas willkürlich, wie mich dünkt. Betreffs der Teilbarkeit der Plexusnerven in eine dorsale und eine ventrale Schicht scheint ihm das letzte Wort noch nicht gesprochen: „weder ist für die vordere Extremität (Plex. brachialis) noch für alle Nerven der hintern Extremität die gesuchte Zurückführung auf die dorsale und ventrale Schicht des Plexus geliefert". — „Für die vordere Extremität liegen — soweit meine Kenntnisse reichen — keine Untersuchungen vor". Stieda selbst hat bei einigen Versuchen kein Resultat erhalten und resümirt deshalb: „Der Beweis, dass die dorsalen Nerven auf eine dorsale Schicht des Plexus, die ventralen auf eine ventrale Schicht des Plexus zurückzuführen sind, muss noch erbracht werden." Wir werden uns später noch einmal mit dieser Ansicht zu beschäftigen haben. Hier sei nur noch erwähnt, dass Stieda den N. cruralis, entgegen Patersons und meiner Auffassung, für einen rein ventralen Nerven erklärt.[1])

---

[1]) Stieda hat Schwalbe hinsichtlich der Einteilung des Plexus brachialis

Den letzten Beitrag zur Homologisirung der menschlichen Extremitäten hat neuerdings MELZER (1894) geliefert. Seine Auseinandersetzungen bekunden eine grosse Sicherheit neben einer vielfach recht naiven Anschauungsweise. Die vergleichende Anatomie wird nicht in Betracht gezogen; die Literatur ist ihm wenig bekannt, denn sonst hätte er manches, was er dunkel fühlt, zum Ausdruck bringen können.[1]) Hinsichtlich der Lageveränderungen der Gliedmassen lehnt er sich im Wesentlichen an HATSCHEK und HOLL, aber ohne des Letztern Pronation der Unterschenkelknochen, an. „Die hintere Extremität hat der Einwärtsrollung in ihrem Ganzen zu folgen versucht und ist nun mit ihrer

augenscheinlich misverstanden, denn SCHW. sondert, sich an FÜRBRINGERS Untersuchungen anlehnend, pg. 916 Nervi brachiales posteriores s. dorsales als Nerven für die Streckseite, Nn. brachiales anteriores s. ventrales für die Beugeseite des Armes. Es ist daher nicht zu verstehen, wenn STIEDA sagt: „In diesen Mitteilungen werden auch dorsale und ventrale Aeste am Plexus unterschieden, allein hier handelt es sich nicht um Zurückführung der Aeste auf eine dorsale und ventrale Schicht der Plexuswurzeln, sondern um ihre Zurückführung auf kraniale (proximale) und kaudale (distale) Wurzeln.“ SCHWALBE hat die Trennung des Plexus in ventrale und dorsale Schicht in ganz demselben Sinne gefasst wie PATERSON und ich, und STIEDA hat augenscheinlich im Grunde die gleiche Vorstellung. —

Zu eigner Rechtfertigung möchte ich hier gleich noch auf ein weiteres Misverständnis STIEDAS hinweisen. In meiner Untersuchung des Plexus lumbosacralis sage ich pg. 47: „Bei der Säuberung des geschlossenen Nervus cruralis fällt sofort der deutlich spiralige Verlauf der Faserbündel in die Augen, u. zw. ist die Spirale der rechten Seite links, die der linken rechts gedreht. Die distale Extremität führt bekanntlich zum Uebergang aus der ursprünglichen, embryonalen Stellung in die definitive ganz die gleiche Drehung aus, sodass man wol an eine Abhängigkeit der Torsion des Nerven von der der Extremität denken kann. Die beiden andern grossen Nervenstämme des Plex. lumbosacralis, Tibialis und Peroneus, zeigen übrigens die gleiche Erscheinung.“ STIEDA bemerkt hierzu: „wenn somit alle Nervenstämme diese Torsion zeigen, so wird die Ursache davon doch vielleicht in etwas Anderm zu suchen sein, als in der (hypothetischen) Torsion des Oberschenkels um seine Längsaxe“. Das trifft den Sinn meiner Worte nicht, denn es kann mir nichts ferner gelegen haben, als eine Torsion des Oberschenkels etwa gleich der MARTINS-GEGENBAUR'schen Torsion des Humerus anzunehmen. HOLL, mit dem STIEDA ja sonst übereinzustimmen glaubt, erwähnt ausdrücklich die Torsion der Nervenstämme als Beweis für die Drehung der distalen Extremität im Hüftgelenk.

[1]) Und sollte es etwa nur ein hartnäckiger Druckfehler sein, dass durchweg MARTIUS statt MARTINS zitirt ist?

ganzen Beugefläche nach hinten und mit der Streckfläche nach vorn gewendet; die vordere Extremität vermochte aber der Auswärtsrollung nur mit ihrer proximalen Hälfte zu folgen, weil ihre distale Hälfte, um auf der Fusssohle gehen zu können, konstant in der Pronationsstellung verbleiben musste: Es sieht daher an der proximalen Hälfte dieser Gliedmasse die Beugefläche nach vorn und die Streckfläche nach hinten, während an ihrer distalen Hälfte (unterhalb des Ellenbogens beginnend) umgekehrt die Beugeseite nach hinten und die Streckseite nach vorn (somit wie an der hintern Extremität) gekehrt ist". — „Es unterliegt keinem Zweifel, dass auch für den menschlichen Vorderarm die Pronation die ursprüngliche und naturgemässe Ruhelage, demnach die richtige zur Vergleichung der untern Gliedmasse, darstellt". Durch Anpassung an die allmälig sich ändernde Funktion der Extremitäten, besonders das Ruhen der Körperlast auf allen Vieren, mussten „der ursprünglich ventrale Teil des Schultergürtels (Coracoid) nach auf- und vorwärts, und der ursprünglich ventrale Teil des Beckengürtels (Ischium) nach auf- und rückwärts gedrängt werden", während kompensatorisch „der dorsale Teil des Schultergürtels (Scapula) nach ab- und rückwärts und der dorsale Teil des Beckengürtels (Ilium) nach ab- und vorwärts gelangen mussten". Die Quintessenz seiner Vergleichung fasst Melzer selbst in folgende vier Sätze:

a) Vollkommen homolog gelagert sind nur die distalen Teile der Extremitäten bis unterhalb des Ellbogen- und Kniegelenks geblieben;

b) In der Ellbogen- und Kniegelenksgegend erscheint die Homologie zweifach modifizirt, indem einerseits die Vorderfläche der einen Extremität der Hinterfläche der andern, und andererseits die Aussenseite der einen der Innenseite der andern entspricht;

c) Am Oberarm und Oberschenkel ist die Homologie dahin abgeändert, dass die Vorderfläche der einen Gliedmasse der Hinterfläche der andern entspricht;

d) Am Schulter- und Beckengürtel ist die Modification der Homologie darin gelegen, dass das Verhältnis von oben und unten des Schultergürtels am Beckengürtel umgekehrt erscheint.

Die Widersprüche in der Insertion als homolog erkannter Muskeln an nicht homologe Knochen in der Umgebung des Ellenbogen- und Kniegelenks erklärt sich ganz gesetzmässig: „es mussten diese Muskeln, um

ihre Funktion an der obern und untern Extremität in gleicher Weise ausüben zu können, auch die funktionell gleichwertigen Knochenpartien zur Insertion wählen d. h. die homologen Muskelansätze der obern Ulna müssen an der obern Tibia und jene des obern Radius an der obern Fibula sich befinden". Der Autor fühlt sich demnach berechtigt am Schlusse auszusprechen 1) dass die obern und untern menschlichen Extremitäten einander thatsächlich homolog sind, und 2) dass die verschiedene Gestaltung beider Extremitäten in der stufenweisen Entwicklung der Wirbeltiere ihre Begründung findet, und dass der Mensch somit auch diesen Entwicklungsgang durchgemacht haben müsse.

Gegen die stattliche Reihe der im Vorstehenden aufgezählten Verfechter von Theorien, die sämtlich darin übereinstimmen, dass der Radius mit der Tibia, die Ulna mit der Fibula, der Daumen mit der Grosszehe zu homologisiren sei, tritt das Häuflein derer sehr zurück, die noch im Sinne der Aristoteles-Vicq d'Azyr'schen Anschauungsweise Ulna mit Tibia, Radius mit Fibula vergleichen. In welch geringem Ansehen eine derartige Theorie stand, drückt W. Krause deutlich genug aus, wenn er sagt: „Wozu das müssige Spekuliren führt, zeigen am besten die Resultate, zu welchen eine sog. philosophische Anatomie in Frankreich gekommen ist. Sappey (1867) erklärt noch heute die Fibula für dem Radius homolog". Krause kannte die hierher gehörige Literatur angenscheinlich nicht zur Genüge, sonst würde er sie vielleicht nicht so kurz abgefertigt haben. Aber auch von den übrigen neuern Autoren seit 1870 wird sie mit gänzlichem Stillschweigen übergangen, ausser von Flower, der kaum mehr als den Autorennamen zitirt, und von Sabatier, der nur seinem Landsmanne Foltz eine abfällige Kritik widmet. Merkwürdiger Weise allerdings hat kein Deutscher die Lösung des Problems auf diesem Wege in Angriff genommen, ebensowenig ein Engländer, nur in Frankreich trat nach den misglückten Versuchen von Blandin (1838) und Chauveau (1857) noch einmal ein Anatom, Foltz, für die diskreditirte Theorie ein und veröffentlichte (1863) eine für Skelet und Weichteile bis in kleine Einzelheiten durchgeführte Homologisirung — nebenbei vollkommen unabhängig von den noch zu erwähnenden Amerikanern.

Foltz stellt als wichtigstes Moment für einen Homologisirungsversuch die Lagebeziehungen der Teile hin, denn nach Geoffroy St. Hilaire schwindet ein Organ eher, als dass es sich um- oder verlagert. Die Form der Teile ist eine unzuverlässige Führerin, dagegen erweisen sich ontogenetische Daten und Analogien aus der vergleichenden Anatomie als sehr brauchbar, und ganz besonders gut lassen sich etwa vorhandene Anomalien verwerten, denn Varietäten kann man im Allgemeinen als Wiederholungen von Einrichtungen der einen Extremität an der anderen betrachten. Bei Vergleichung der einen Vorderextremität mit der andern oder der rechten Vorderextremität mit der linken Hinterextremität erhält man eine „homologie symmétrique" — die letztere Art der Vergleichung entspricht der „homologie directe" von Vicq d'Azyr, d. h. die homologen Partien sind dann gleichgerichtet, und decken sich bis zur Identität, wenn man die Extremitäten übereinander legen wollte. Von Einzelheiten mögen hier nur die auffallendsten hervorgehoben werden. Die hier beigefügte Skizze veranschaulicht die Homologien

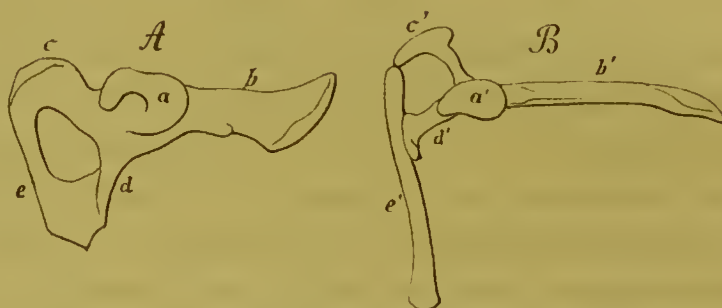


Fig. 3 (nach Foltz).
c' Akromion, d' Proc. coracoides, e' Klavikel.

zwischen Schulter- und Beckengürtel. Danach entspricht das Ileum der Scapula, das Ischium dem Akromion, das Pubis in seinem Ram. sup. dem Proc. coracoides, im Ram. inf. der Klavikel; ferner das kleine Becken der Fossa supraspinata, das Foramen obturatum dem For. coraco-acromio-claviculare. Das proximale Ende der Tibia ist homolog dem proximalen Ende der Ulna nebst dem angeschmolzenen Capitulum radii, das Capitulum fibulae ist nur der Tuberositas radii zu vergleichen, und endlich entspricht der Daumen der verschmolzenen vierten und fünften Zehe und umgekehrt die Grosszehe dem verschmolzenen vierten

und fünften Finger. Hand und Fuss sind also, da trotz der Koaleszenz noch fünf Finger und Zehen übrig sind, ursprünglich nach sechsfingrigem Typus gebaut — eine Behauptung, für die FOLTZ den Beweis schuldig bleibt.

Nur um weniges früher (1860) hatte in Amerika WYMAN den Versuch gemacht, die Gliedmassen als symmetrische Bildungen im Sinne OKENS und GERDYS zu betrachten und gab damals seiner Ansicht folgendermassen Ausdruck:[1]) „Um Ober- und Unterextremität des Menschen zu vergleichen, orientire man das Skelet horizontal; die Gliedmassen hängen dann abwärts; in ihrer natürlichen Stellung schaut, wie bei den meisten Säugern, der Ellenbogen kaudalwärts, das Knie kranialwärts; die Schäfte des Humerus und Femur sind in entgegengesetzter Richtung geneigt. Wenn nun die Hand supinirt und die Finger kaudalwärts gerichtet werden, so entsteht eine vollkommene symmetrische Homologie zwischen allen Teilen — ausser bei Daumen und Grosszehe; denn der erstere steht jetzt lateral und demnach gegenüber der kleinen Zehe. Dadurch ergiebt sich eine ernste Schwierigkeit, die zu beheben es an einer befriedigenden Methode fehlt.“ Einige Jahre später (1867) erscheint ihm jedoch diese Schwierigkeit von geringerer Bedeutung: Daumen und Grosszehe wurden für homotyp gehalten 1) wegen ihrer relativen Lage — das stimmt aber nur, wenn man Hand und Fuss allein vornimmt, denn sonst fällt eben Daumen mit Kleinzehe zusammen; — 2) wegen ihrer relativen Grösse — die kann nicht bestimmend für die Homologie sein, weil sie von der Anpassung an die Funktion abhängt; — 3) wegen des Vorhandenseins von nur 2 Phalangen — das ist noch die grösste Schwierigkeit; jedoch zeigen Ichthyosaurus und andere Palaeozoen auch den Daumen vielgliedrig.

WYMAN steht betreffs der Bedeutung der Lagebeziehungen zwischen den Teilen des Organismus auf dem Standpunkt von GEOFFROY ST. HILAIRE wie FOLTZ. Er führt in dieser zweiten Abhandlung aus, dass neben der bilateralen auch eine anteroposteriore (kraniokaudale) Symmetrie des Tierkörpers existire und vergleicht ihre Erscheinungen mit der Symmetrie der Kraftlinien um die Pole eines Stabmagneten. Durch

[1]) Zitirt nach B. WILDER (1871).

die erste Furchung des Keimes wird eine bilaterale, durch die zweite eine anteroposteriore Symmetrie hergestellt. Nur solche Teile der Gliedmassen sind homotyp, die gleiche relative Lage besitzen und symmetrisch zu einander angeordnet sind. — Rechte und linke Extremitäten wiederholen einander genau, weil sie unter gleichen Bedingungen stehen, vordere und hintere zeigen Unterschiede, weil sie verschiedenen Funktionen dienstbar geworden sind.

Die Beseitigung der anfänglich von WYMAN empfundenen Schwierigkeiten hatten sich zwei seiner Schüler, B. WILDER und FOLSOM zum Ziele genommen, und der Erstere sprach bereits 1862 die Ansicht aus, dass der morphologische Wert der Hand und des Pollex in umgekehrtem Verhältnis zu ihrer funktionellen Bedeutung stände, und dass eine hier sich zeigende Schwierigkeit nimmer überwiegen könnte über die Hinweise, die man an den proximalen Abschnitten der Extremitäten erhielte. Weitere Arbeiten in der eingeschlagenen Richtung brachten WILDER zu einer Homologisirung der Muskulatur auf Grund der Skeletvergleichung WYMANS, mit dem er in allen wesentlichen Punkten übereinstimmt. Nur betreffs der Ausgangsstellung der Extremitäten für die Homologisirung entfernt er sich von seinem Lehrer, indem er mit HUXLEY die embryonale Haltung als die vorteilhafteste betrachtet. Freilich hält er dies Moment, das für die Vertreter der andern Partei, die Syntropisten, unentbehrlich ist, für durchaus nebensächlich, wenn man nur das Prinzip der Symmetrie erkannt hat.

WILDERS Publikationen zeichnen sich sämtlich durch eine grosse Klarheit aus und bergen eine Menge für den Morphologen beherzigenswerter Gedanken. Am leichtesten kann man sich über seinen ganzen Standpunkt informiren durch den aphoristisch gehaltenen Aufsatz „On the morphological value and relations of the human hand“ (1867).

WILDER referirte auch über die Resultate seines Landsmannes ELLIOT COUES (1870—72), der mit nur geringen Abweichungen die Skelethomologien WYMANS adoptirte und unter Zuhilfenahme eigner Untersuchungen über Ornithorhynchus und Didelphys eine Muskelvergleichung anstellte. Der Hauptunterschied zwischen WYMANS und COUES' Skelethomologien besteht darin, dass Jener die Klavikel dem Ischium, das Coracoid dem Pubis, Dieser dagegen die Klavikel dem Pubis, das Coracoid dem Ischium vergleicht. —

Neuere Arbeiten in dieser Richtung sind mir nicht bekannt geworden.

Fassen wir zum Schluss dieser historischen Uebersicht noch einmal kurz zusammen, worin die wesentliche Differenz zwischen beiden Parteien zu sehen ist, so können wir es kaum besser als mit den folgenden Worten WILDERS (Intermembral homologies pg. 167) thun: „Die Syntropisten und Antitropisten lassen sich als Realisten und Idealisten bezeichnen, da Erstere ihre Ansichten auf gewisse Thatsachen stützten, denen sie eine unverhältnismässige Bedeutung beilegten, während Letztere von der Erkenntnis eines grossen Grundgesetzes ausgingen, das sie in allen Teilen des Körpers nachzuweisen suchten; man kann sie auch Peripheralisten und Centralisten nennen, da Jene ihre Vergleichungen an dem distalen Ende der Extremitäten begannen und das übrige dazu passend machten, Diese dagegen zuerst die Erscheinungen der Symmetrie im Körper selbst betrachteten und danach das gleiche Gesetz in den Körperanhängen zu finden hofften; und schliesslich sind die Anhänger beider Schulen im Wesentlichen Teleologen und Morphologen, denn die Ersteren legten stets den grössten Nachdruck auf die funktionelle Uebereinstimmung von Pollex und Hallux, indes die letztern nach einem abstrakten, morphologischen Gesetz der Organisation für die Erscheinungen forschten und nur irre gingen bei diesem Suchen wegen der mangelhaften Unterscheidung zwischen morphologischer und zweckentsprechender Haltung, Gestalt und Zusammensetzung (morphical and telical attitude, form and composition). — Das ist zwar vor mehr als 20 Jahren gesagt, aber es besteht heute noch ebenso zu Recht.

II.

Nach dem Studium einer grösseren Anzahl der angeführten Werke wird es, glaube ich, kaum einen Leser geben, der nicht über die ausserordentliche Dehnbarkeit des Begriffs „ungezwungen“ gestaunt hat, wie sie sich ganz besonders bei den Vertretern der ersten Hauptgruppe, den Syntropisten, zeigt. Freilich wird Niemand die Hypothese FOLTZ' von der „binären Komposition“ des Pollex und Hallux als ungezwungen ansehen, aber es muss doch auffallen, dass die Antitropisten WILDER

und Coues mit ihrer als undiskutabel verschrieenen Theorie bei der Homologisirung der Muskeln auf so geringe Schwierigkeiten gestossen sind, dass sie die Frage nach der Ausgangsstellung der Extremitäten für die Vergleichung als nebensächlich bezeichnen konnten. Und gerade die Behandlung dieser Frage nimmt in den neuern Arbeiten der Syntropisten einen sehr breiten Raum ein. Nachdem aber in diesen Fällen mit mehr oder minder grosser Korrektheit die Entstehung der definitiven Haltung der Extremitäten beim Erwachsenen (Tier oder Menschen) dargelegt ist, empfiehlt regelmässig der Autor sämtliche geschilderte Vorgänge retrograd auszuführen, bis man an ein recht frühes Stadium der Entwicklung gelangt; denn nur ein solches ist seit Huxley fast unbestritten als vorteilhafteste Ausgangsstellung für die Homologisirung anerkannt. Was bezweckte dann aber die Ableitung der definitiven Stellung aus der embryonalen? Nichts anderes als die augenfälligen Inkongruenzen zu beseitigen, die stets am Skelet hervortreten müssen, sobald man die Gliedmassen unter Gleichsetzung von Pollex und Hallux, Radius und Tibia homologisiren will. Der Radius steht dann eben am Condylus lateralis humeri, die von vornherein als zweifellos homolog betrachtete Tibia dagegen unter dem Condylus medialis femoris. So entstanden die „hypothèse du croisement“ von Bourgery und Cruveilhier, die Humerustorsion nach Martins und Gegenbaur, die radiopraeaxiale Verschiebung der Vorderarmknochen von Albrecht, die Pronation des Unterschenkels von Holl und Stieda u. s. w. als „ungezwungene“ Lösungen des Problems.

Die drei erstgenannten Ansichten sind bereits des öfteren behandelt und in ihrer Unhaltbarkeit charakterisirt worden. Die Pronation der Unterschenkelknochen nach Holl scheint jedoch vorläufig Aussicht auf Erfolg zu haben — ohne aber auch nur um ein Atom mehr begründet zu sein als die andern Hypothesen. Wenn Holl die embryologischen Funde beim Menschen mit noch so grossem Scharfsinn zusammenstellt, so wird er doch stets nur herausfinden, dass der Radius mit dem Daumen ursprünglich kranialwärts schaut, nie aber mit seinem proximalen Ende medial oder gar kaudal zur Ulna gestanden hat, und dass ferner die Fibula mit ihrem proximalen wie distalen Ende stets kaudal zur Tibia liegt. Auf die Bezeichnung „parallele“ Stellung der Unterschenkelknochen muss man wol ver-

zichten, wenn man sich ganz genau ausdrücken will, denn die Längsaxen der Tibia und Fibula sind in Wahrheit nicht parallel, ebensowenig wie man die Vorderarmknochen in Supination für wirklich parallel halten kann. Deshalb besteht aber noch keineswegs eine Pronation der Tibia über die Fibula — SABATIER hält die Stellung des Unterschenkels sogar für extreme Supination. Vielmehr gilt, was HOLL für die Entstehung der Spirallinien an einzelnen Skeletteilen als Ursache anführt, auch für zwei aus einer Anlage entstandene, neben einander hin wachsende Knochen in einem Gliedmassenabschnitt: sie wachsen nicht nur in sich, sondern in dem gleichen Sinne auch umeinander spiralig, sodass wir also z. B. am linken Unterschenkel für jeden Knochen und für beide zusammen eine Torsion im Sinne eines Korkziehers, rechtsherum, finden werden, wie es FISCHER (1886) zuerst nachgewiesen. Der Einfachheit halber wird man aber wol von dieser geringen Spiraldrehung absehen und, ohne fehlerhaft zu sein, die Knochen als parallel betrachten können.

Seit HATSCHEK und HOLL wird die Pronation des Vorderarms wieder besonders betont und als die natürliche Stellung proklamirt, eine, wie wir sahen, schon alte, aber deshalb nicht annehmbarer gewordene Behauptung. Gewiss ist die volle Pronation für eine Reihe von Vierfüsslern die natürliche Stellung des Vorderarmskelets, weil die einzig zweckmässige. Daneben aber sehen wir doch alle möglichen Uebergangsstufen zwischen Supinations- und Pronationsstellung je nach der Verwendung der kranialen Extremität. Im Einzelnen darauf einzugehen, sehe ich hier keine Veranlassung. Soviel steht aber fest, dass volle Pronation für den Menschen und die Primaten mit frei beweglichen Vorderarmknochen ebenso eine erzwungene Haltung ist als volle Supination. Die natürliche Ruhelage des Radius und der Hand hält die Mitte zwischen Pronation und Supination und erreicht nach meinen Beobachtungen am Menschen bei ruhig hängendem Arme etwa 90°, wenn man den Winkel zwischen den Verbindungslinien der beiden Epicondylen des Humerus einerseits und der beiden Griffelfortsätze von Ulna und Radius anderseits misst. Bringt man den Menschen in die Vierfüsslerstellung, wie HOLL und MELZER noch besonders empfehlen, so erreicht man auch keinen stärkeren Grad der Pronation, da dann der Arm, um stützen zu können, im Schultergelenk

etwas einwärts gerollt wird. Diese Stellung entspricht etwa der Pronation des Vorderarms sowol eines menschlichen Embryo in der 5.—6. Woche als eines erwachsenen Salamanders. Doch legt sich der Radius beim erwachsenen Menschen mit seinem Köpfchen lateral neben die Ulna, beim Embryo aber, wie HOLL und HENKE und REYHER es auch schildern, mehr lateral vor die Ulna gerade wie beim ausgewachsenen Salamander, wenn man dessen Humerus in die den menschlichen Verhältnissen entsprechende Haltung führt.[1])

An dieser Stelle möchte ich einige Bemerkungen über die

Funktion der Gliedmassen

einschalten. WIEDERSHEIM weist (1893) darauf hin, dass die funktionellen Anpassungen an der vordern und hintern Extremität um so geringere Verschiedenheiten erkennen lassen, je weiter man in der Wirbeltierreihe abwärts geht; „ja man wird schliesslich" — bei den Fischen — „einen Ausgangspunkt völliger Indifferenz für beide konstatiren können. Dem umgekehrten Verhalten wird man bei höhern Typen begegnen, so vor Allem bei Vögeln und Säugetieren". Bei jenen sind die Hinterextremitäten zum Stativ des Körpers geworden, während die vordern ihrer ursprünglichen Funktion als Stützorgane

---

[1]) Die besten Präparate zur Demonstration der halbpronirten Stellung der Vorderarmknochen bei Urodelen erhielt ich durch die Fixirung ganzer Tiere in Chromsäure und nachherige Härtung in Alkohol. Nach Wegnahme der Haut löst man die Extremität samt der zugehörigen Schultergürtelhälfte aus, bröckelt zunächst die grössern Muskelmassen mit einer Pincette ab, steckt das Präparat bis zu gehöriger Durchtränkung in Glyzerin, lässt gut abtropfen und vermag dann Muskel- und Sehnenreste mit grösster Leichtigkeit mittelst der Pincette zu entfernen. Diese Präparate, die man trocken in einer Schachtel aufbewahren kann, haben vor glyzerinirten einfachen Alkoholpräparaten noch den Vorteil, dass auch die flachen Knorpel der Suprascapula und der Korakoidplatte sich nicht rollen und dass der transparente Knorpel von dem tiefgrün gefärbten Knochen prächtig absticht. An solchen Präparaten lässt sich nachweisen, dass WIEDERSHEIMS Darstellung auf pg. 222 seines Lehrbuchs der vergleichenden Anatomie (1886) den thatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht, indem erstens die Vorderarmknochen nicht parallel, sondern halb pronirt stehen und zweitens nur durch die Stellung des Humerus der Radius in ganzer Länge einwärts von der Ulna zu liegen scheint. Thatsächlich ist das proximale Radiusende näher dem kranialwärts schauenden Epicondylus lateralis, die Ulna näher dem Epicondyl. medialis hum. gelegen.

enthoben und zu Flugorganen umgebildet wurden. So ist auch die vordere Gliedmasse des Menschen aus einem Gehwerkzeug zum Greiforgan geworden. — In ähnlicher Weise spricht sich schon GEGENBAUR (Carpus und Tarsus pg. 119) aus: „bei den Säugetieren z. B., wo vordere und hintere Extremitäten gleichen Zwecken dienen, verhalten sich die Knochen mehr gleichartig, während immer da, wo wie z. B. bei den Vögeln, den beiderlei Extremitäten ganz verschiedene Rollen zugeteilt sind, die Gleichartigkeit aufgegeben ist.“ —

Sobald nun aber überhaupt kraniale und kaudale Extremitätenpare auftraten, konnte selbst in den primitivsten Formen von Gleichheit der Funktion nie die Rede sein. Denn niemals war der Wirbeltierkörper eine unbewegte Masse, die nur auf vier Stützen gestellt worden wäre. Vielmehr waren die Extremitäten stets hauptsächlich Lokomotionsorgane und hatten als solche andre Funktionen, je nachdem sie vor d. h. kranial oder hinter, d. h. kaudal zu dem Schwerpunkt dem Körper angeheftet waren. Gleichviel, ob im Wasser, ob auf dem Festland oder in der Luft, musste die kraniale Extremität als Fortbewegungsorgan den Körper vorwärts ziehen, die kaudale Extremität konnte ihn immer nur vorwärts schieben; stets liegt bei den Wirbeltieren der Schwerpunkt zwischen den Extremitätenparen. Die funktionelle Verschiedenheit wird ja schon daraus ersichtlich, dass die Vorderextremitäten (abgesehen von der Fischflosse) gestreckt vorgesetzt werden und sich dann unter Beugung verkürzen, um so den Rumpf nachzuziehen, während die gebeugt vorgesetzten Hinterextremitäten unter Streckung den Körper vorwärts stossen.[1])

Merkwürdigerweise hat von all den Autoren, die sich mit dem

[1]) Dass jemals zwischen der einfachen Flosse und der Landtierextremität eine plattenartige Zwischenform mit einer Bewegung der einzelnen Abschnitte gegen einander in freien Winkelgelenken existirt hätte, wie STIEDA voraussetzen möchte, dafür haben wir nicht nur nicht den geringsten Anhalt, sondern eher allen Grund, eine derartig zweckwidrige, unpraktische Einrichtung als ausserhalb des Bereichs der natürlichen Entwicklung gelegen anzunehmen. Welche Muskelmassen würden dazu gehören, derartige Platten zu einer geregelten Fortbewegung des Körpers zu befähigen und zugleich zu verhindern, dass die distalen Extremitätenabschnitte wie Windfangtüren hin- und herschlagen!

Thema der Extremitätenvergleichung und im speziellen mit den Lageveränderungen der Gliedmassen befasst haben, nur Humphry einmal (1876) kurz auf diese für die Entwicklung der definitiven Gliedmassenstellung und ebenso für die Entwicklung von Skelet und Muskulatur in den einzelnen Gliedmassenabschnitten fundamental wichtige Differenz hingewiesen.

Zu diesen Hauptfunktionen können nun noch mannigfaltige Nebenfunktionen treten und ihrerseits mehr oder weniger stark die Ausbildung der Extremitäten beeinflussen; ganz besonders an der kranialen Extremität sehen wir den terminalen Abschnitt hier zum Graben oder Scharren, dort zum Ergreifen und Festhalten sich ausbilden. Und wie gewaltig müssen die Nebenfunktionen mitgesprochen haben, wenn in zwei funktionell scheinbar so ähnlichen Bildungen wie dem Flügel des Vogels und der Flugvorrichtung der Fledermaus das eine Mal sich die Ulna mächtig entwickelt, Radius und Hand aber stark reduzirt zeigen, das andere Mal die Ulna ganz oder fast ganz verschwindet, indes der Radius und die Hand auffallend kräftig erscheinen. — Immer wird aber die Grundfunktion noch erkennbar bleiben: unsern Arm z. B. verwenden wir beim Klettern und Schwimmen wieder in seiner phylogenetisch ältesten Bestimmung als Vorwärtszieher des Körpers.

Werfen wir noch einen Blick auf die funktionelle Bedeutung des Daumens und der Grosszehe, so finden wir eine Daumenbildung überall da, wo der terminale Abschnitt der Gliedmasse sich in ein Organ zum Greifen und Festhalten, speziell auch zum Griffklettern umwandelt. Zum einfachen Klettern würden schon scharfe oder Hakenkrallen ausreichen, wie z. B. beim Faultier. Die Grosszehe aber ist eine spezifisch menschliche Einrichtung, die sich erst mit der dauernden aufrechten Haltung des Körpers herausbildete. Das Hauptmoment für das Entstehen einer derartig kräftigen Randzehe ist wol in der Notwendigkeit zu suchen, die Rumpflast auf den gestreckten Extremitäten zu balanciren und zugleich einen sichern Stand zu gewinnen. Erst in zweiter Linie könnte in Betracht kommen, dass der tibiale Fussrand beim unabhängig Gehen der abstossende Rand ist. Denn viele Menschen, besonders auch die barfuss gehenden Naturvölker, gehen „einwärts“, d. h. sie benutzen beim Abstossen viel weniger den tibialen Rand als die ganze Breite des distalen Sohlenrandes. Bei hüpfenden und

springenden Tieren, z. B. bei den Springbeutlern, sehen wir auch die mittlen Zehen bevorzugt, nicht den tibialen Fussrand.

„So sind also die Beurteilungen der morphologischen Seite der Organisationen in einer Berücksichtigung ihrer physiologischen Beziehungen vorzunehmen“ sagt GEGENBAUR in Anschluss an seine oben zitirten Worte, und wir werden ihm hierin gewiss beipflichten. Nur muss man in jedem Falle die Funktion auch richtig erkennen und wiederum, sobald das geschehen ist, von den durch die Funktion veranlassten Veränderungen der Formen abstrahiren können, will man dem morphologischen Grundplan einer Einrichtung auf die Spur kommen. Zu dieser unbedingt notwendigen Abstraktion aber sind die Anhänger der Vergleichung des Radius mit der Tibia, des Pollex mit dem Hallux nicht gelangt. Sie scheuten sich, Daumen und Grosszehe einander nicht homolog zu setzen — dann musste natürlich der Radius mit der Tibia verglichen werden. Deutlicher kann man diese Abhängigkeit nicht aussprechen, als HATSCHEK es noch 1889 gegenüber der Auffassung A. SCHNEIDERS hinsichtlich der Skeletelemente der Ceratodusflosse gethan: „In der That kommt Prof. SCHNEIDER bei seinen speziellen Ausführungen zu der Aufstellung, dass der Radius der Fibula und die Ulna der Tibia entspräche; und er müsste, wenn er seine Betrachtungsweise konsequent weiter führte, auch zu dem Resultate kommen, dass der Daumen der vordern Extremität dem fünften Finger der hintern Extremität zu vergleichen sei.“ Hätte SCHNEIDER Veranlassung gehabt, diese Schlussfolgerungen zu ziehen, so würde er als Morphologe gewiss nicht Anstand genommen haben es zu thun.

Wo ist die Homologie zwischen Radius und Tibia bewiesen?

Wenn uns immer wieder versichert wird, der Radius sei das Homologon der Tibia, wenn diese Homologie als durch GEGENBAURS Untersuchungen „sehr treffend und unanfechtbar bewiesen“ von HOLL hingestellt wird, nach MELZER onto- und phylogenetisch als richtig erkannt ist, alle andern Vergleiche nach STIEDA mit Recht verlassen worden sind — so müssen GEGENBAURS Beweismomente doch eine derartig durchschlagende Kraft besitzen, dass sie trotz des Aufgebens

der Hypothese von der Torsion des Humerus Geltung behalten haben. Gegenbaur sagt (Carpus und Tarsus pg. 115 ff.): „Dass mit der Vergleichung des Carpus und Tarsus auch die übrigen Skeletteile der Extremitäten in Betracht gezogen werden müssen, ist wol unerlässlich.“ — „Während die Uebereinstimmung der grössern Abschnitte des Extremitätenskelets einem Jeden verständlich ist, erheben sich bei der Vergleichung der einzelnen Stücke in jenen Abschnitten sofort Schwierigkeiten.“ — „Die Uebereinstimmung, die hinsichtlich des dem ersten Abschnitte beider Extremitäten zu Grunde liegenden Skeletteils herrscht, löst sich für die Teile des Vorderarms und Unterschenkels mit der individuellen Ausprägung der Knochenstücke.“ — „Vergleicht man das Vorderarmskelet mit dem des Unterschenkels bei Embryen höherer Tiere, so ergiebt sich, dass nur der Radius der Tibia entsprechen kann. Beide sind in gleichen Lagerungsbeziehungen und entbehren noch der später sie trennenden Eigentümlichkeiten, ebenso wie solche der Ulna und Fibula abgehen. Eine Vergleichung dieser Teile bei den Amphibien begründet noch mehr diese Auffassung, und wenn wir von den Amphibien aus Radius und Tibia, Ulna und Fibula in die gleichen Stücke der Säugetiere fortverfolgen können, so ist klar, dass wenn sie bei den Amphibien homologe Teile sind, sie es auch in den höhern Klassen sein müssen, da sie daselbst doch nur aus einer Umwandlung der niedern Zustände hervorgegangen gedacht werden können. Die vergleichende Anatomie hilft daher leicht und sicher über jene Schwierigkeiten hinweg, welche aus der planlosen Vergleichung beliebiger, einander blos ähnlicher Verhältnisse der Organisation hervorgehen, und es zeigt sich in diesem Falle wieder recht klar die grosse Wertverschiedenheit in beiderlei Verfahren.“ — „Da sich mir bei den Amphibien für Karpus und Tarsus ganz übereinstimmende Verhältnisse darboten, so kann, die Richtigkeit der von mir ausgeführten Vergleichung des Amphibienkarpus mit dem der übrigen höhern Wirbeltiere und die gleiche Voraussetzung auch für den Tarsus angenommen, eine Vergleichung zwischen Karpus und Tarsus bei den Amphibien am leichtesten sichern Aufschluss bieten. An Radius schliesst sich das Radiale an, an Ulna das Ulnare, zwischen beiden liegt das Intermedium. Am Tarsus findet sich an der Tibia das Tibiale, an der Fibula das Fibulare und zwischen beiden wieder ein Intermedium.

Wenn der Radius der Tibia homolog ist, so wird das Radiale dem Tibiale, das Ulnare dem Fibulare und das Intermedium carpi dem Intermedium tarsi homolog sein." — Hierauf folgt die spezielle Vergleichung des Amphibienkarpus und Tarsus mit den gleichen Abschnitten der Säuger.

Ich habe diese GEGENBAURschen Sätze deshalb in extenso zitirt — und glaube nichts von Wichtigkeit ausgelassen zu haben, — um ihre Beweiskraft unmittelbar vor Augen zu führen. Es ist einfach vorausgesetzt, dass die analog gelagerten Skeletstücke des Vorderarms und Unterschenkels bei Säugerembryonen und Amphibien auch homolog seien, denn bewiesen werden kann diese Homologie durch einfache Skeletvergleichung ohne Berücksichtigung der Weichteile nicht, weder auf vergleichend-anatomischem noch auf embryologischem Wege. Und als man sie dann zu beweisen versuchte durch die Weichteile, ergab es sich, dass der Beweis nicht stimmen wollte. Aber statt nun nach einem etwaigen Fehler in der Voraussetzung zu suchen, wurden alle erdenklichen Anstrengungen gemacht, den Beweis doch durchzusetzen — eigentlich, man kann es wol nicht anders bezeichnen, ein wenig wissenschaftliches Verfahren und von einem unleugbar übeln Einfluss auf die morphologische Forschung überhaupt. So geraten wir doch z. B. hinsichtlich der Muskelmorphologie auf einen völlig nihilistischen Standpunkt, wenn wir mit v. BARDELEBEN weder der Durchbohrung einer Sehne, noch der Insertion, noch der Innervation eines Muskels Beweiskraft für die Homologisirung zubilligen wollen: denn der Ursprung kann sich ja auch verschieben und damit können sich wieder die Lagebeziehungen zur Umgebung verändern, Gestalt und Funktion sind nicht massgebend — was bleibt uns da noch? Aber v. BARDELEBEN nimmt auch von der Voraussetzung aus, dass der Radius der Tibia homolog sei, seine Muskelvergleichungen an Vorderarm und Unterschenkel vor, sonst würde er nie zu dieser Ansicht gelangt sein.

Eigne Stellungnahme. — Beweismomente.

Durch das Gesagte habe ich in der Hauptsache bereits zu erkennen gegeben, wie ich selbst zu der Frage der Gliedmassenvergleichung stehe. In dem Bewusstsein, eine der herrschenden entgegen-

gesetzte Ansicht zu verfechten, muss ich es mir um so mehr angelegen sein lassen, Beweise zu erbringen für meine Behauptung, dass der Radius nicht der Tibia, der Pollex nicht dem Hallux homolog ist. Ich stelle mich damit auf die Seite der Antitropisten FOLTZ, WYMAN, WILDER, COUES, und wir wollen sehen, wie viel von deren Resultaten als zutreffend erhalten werden kann. [1])

Im Sinne der Antitropisten setze ich nicht nur eine bilaterale, sondern auch eine antero-posteriore Symmetrie in der Gliedmassenbildung voraus, sodass also die rechte kraniale Extremität ebensowol das Spiegelbild der linken kranialen als — mit den durch die Anpassung an die andersartige Funktion bedingten Einschränkungen — der rechten kaudalen Extremität darstellt. An Spiegelbildern kann man Vergleiche vornehmen; da nun aber die linke kaudale Extremität wiederum das Spiegelbild der rechten ist, so müssen wir rechte kraniale und linke kaudale Extremität direkt vergleichen d. h. die eine an die Stelle der andern setzen können. Dadurch wird die Vergleichung sehr vereinfacht und anderseits der Streit, ob man die kraniale Extremität nur mit der kaudalen der gleichen Seite oder auch mit der der andern Seite vergleichen dürfe, überflüssig. [2])

---

[1]) Die Hauptmomente der nachfolgenden Darstellung bildeten den Inhalt meines im Jahre 1889 vor der hiesigen medizinischen Fakultät in geschlossener Sitzung gehaltenen Habilitationsvortrages.

[2]) Die Annahme einer antero-posterioren Symmetrie des Körpers senkrecht zur bilateralen war im Wesentlichen bereits durch VICQ D'AZYRS Vergleichungsmethode inaugurirt; MECKEL teilte sie augenscheinlich, obgleich er Daumen mit Grosszehe homologisirte; GERDY bezog diese Art der Symmetrie nur auf die Extremitäten, nicht auf kraniale und kaudale Rumpfhälfte, RASPAIL hat (nach FOLTZ) ausgehend von bilateraler und anteroposteriorer Symmetrie (dualité et homotypie des organs) bereits Grosszehe mit Kleinfinger verglichen. OKEN (Physiophilosophie) dehnte die anteroposteriore Symmetrie nicht auf die Extremitäten aus, wie später WYMAN und FOLTZ. Ich möchte anderseits diese Symmetrie vorläufig nur für die Extremitäten gelten lassen, denn die merkwürdigen Resultate, die z. B. VOIGT (Beiträge zur Dermatoneurologie) für die Vergleichung des N. vagus mit den Beckennerven erhält, oder die Vergleiche WILDERS erscheinen doch zu wenig motivirt. WILDER setzt ganz ernsthaft Nasenöffnung = After, Perineum = Oberlippe, Mund = Vagina, Zunge = Penis s. Clitoris, Kinn = Pubes, Harnblase = Lunge etc. Darum sträubt sich SABATIER mit allen Kräften gegen eine Theorie, die, wie er sagt, zu dem lächerlichen Resultat führt, die letzten Kaudalwirbel mit dem Schädel zu homologisiren.

Die Voraussetzung einer anteroposterioren Symmetrie ist eine Hypothese, die wie jede andre auch erst nach den erzielten Resultaten auf ihre Richtigkeit beurteilt werden kann. Für ihre Begründung müssen wir nach Möglichkeit alles das zu verwerten suchen, was frühere Forscher zusammengetragen haben, aber als weiteres wichtiges Beweismaterial die Ergebnisse der neuern Untersuchungen über die Extremitätennerven hinzufügen, Ergebnisse, deren Bedeutung noch mehr, als es bisher geschehen, gewürdigt zu werden verdient. HUMPHRY hat bereits 1871 in richtigem Vorgefühl bei Erwähnung der abweichenden Nervenverteilung gesagt: „Weitere Forschung und genauere Präparation vermag mehr Uebereinstimmung in die Verteilung der Nerven an die beiden Extremitäten zu bringen als es jetzt möglich ist, und kann nicht unwahrscheinlich zu einer Modifikation mancher der hier aufgestellten Ansichten führen.“ —

Ausgehend von der Ueberzeugung, die hoffentlich bald eine allgemeine sein wird, dass die Beziehungen zwischen Nerv und Muskel konstantere sind als die zwischen Muskel und Skelet, werden wir unsern Vergleichungsversuch wesentlich auf die Innervation basiren. Um diese Ueberzeugung aber rascher in weitere Kreise dringen zu lassen, müssen muskelmorphologische Untersuchungen speziell an den Extremitäten mit einer grössern Genauigkeit in der Bestimmung der Innervation bearbeitet werden. Zum mindesten muss doch, da die Sonderung der Gliedmassenmuskulatur in eine dorsale und ventrale Schicht allgemein anerkannt, die Sonderung der Extremitätennerven in den Plexus in eine dorsale und ventrale Schicht seit FÜRBRINGER bereits mehrfach mit bestem Erfolg und nachweislich ohne besondere Schwierigkeiten ausgeführt ist, verlangt werden, dass in neuen Arbeiten versucht wird zu bestimmen, ob ein Muskel von der dorsalen oder von der ventralen Plexusschicht aus versorgt wird. Andernfalls verlieren Untersuchungen, wie z. B. die neuerdings erschienene von F. CLASEN über „Muskel und Nerven des proximalen Abschnittes der vordern Extremität der Katze“ wesentlich an Wert; denn es kommt nicht nur darauf an festzustellen, dass ein Muskel aus dem 5. oder 6. Cervikalnerven, sondern ob er von dem ventralen oder dorsalen Truncus dieser Nerven aus versorgt wird, sonst werden wir z. B. nie zu einer Sicherheit darüber gelangen können, ob die aneinanderstossenden Partien

des Pectoralis mai. und Deltoides zu dem einen oder andern dieser beiden morphologisch durchaus zu trennenden Muskeln zu rechnen sind. Ich muss mich daher auch ganz entschieden gegen die Auffassung HOLLS erklären, wenn er behauptet: „welchen Weg z. B. der 6. Cervikalnerv macht, ob er in der Bahn des Radialis oder Medianus oder Ulnaris zieht, ist vollkommen gleichgiltig; zu seinem bestimmten, gesetzmässigen Endgebiete wird er gewiss kommen.“ Derartiges ist als Regel noch nicht beobachtet. Der Radialis ist dorsaler Nerv, Medianus und Ulnaris sind unbestritten ventraler Natur; kann es auch vorkommen, dass ein dorsaler Zweig auf eine Strecke mit einem ventralen Stamm verläuft, wie der N. collateralis ulnaris des Radialis mit dem Ulnaris, so zeigt sich im Plexus doch deutlich die Zugehörigkeit zur dorsalen oder ventralen Plexusschicht. Unica in der Innervation, wie nach HEPBURN die Versorgung des Pronator quadratus des Gibbon durch den N. interosseus posterior sind erst recht genau auf das Verhalten des Plexus zu prüfen, wenn sie Bedeutung gewinnen sollen.[1])

---

[1]) An dieser Stelle möchte ich mich noch öffentlich gegen einen Vorwurf RUGES rechtfertigen, wie ich es bereits brieflich gethan. Der von mir hochgeschätzte Forscher ist der Meinung, ich stehe mit meiner Ansicht über die Konstanz des Nervensystems noch auf dem alten Standpunkte eines CHR. A. VOIGT u. A., während er überzeugt ist, „dass das Nervensystem mit andern Organsystemen in der Wandelbarkeit wetteifert“. Meine ganze Arbeit wendet sich ja im Wesentlichen gegen diese früher angenommene Starrheit der Verhältnisse und sucht die Gesetzmässigkeit in den Veränderungen nachzuweisen. Die Nervenfaser mit ihrem Endgebiete bildet eine morphologische Einheit, sagt RUGE, — ich habe mich im 3. Teile meiner Abhandlung, glaube ich, in durchaus dem gleichen Sinne ausgesprochen. Warum soll dann ein so allgemeiner Satz wie der folgende, von VOIGT aufgestellte, nicht mehr Geltung haben? „Jede sensitive Nervenfaser“, zitierte ich, „versorgt mit ihren peripherischen Endigungen eine bestimmte grössere oder kleinere Hautstelle des menschlichen Körpers, und die dieselben umlagernden Endgebiete gehören einer ganz bestimmten und konstanten Anzahl Nachbarfasern an“. Zu dieser Konsequenz führt uns doch die Anschauung von der morphologischen Einheit der Nervenfaser mit ihrem Endgebiete auch. Nehmen wir z. B. zwei vollkommen homologe Nervenfasern des 14. thorakolumbaren Nerven bei zwei Individuen, bei denen die Stellung der kaudalen Extremität zum Rumpf um ein volles Segment differirt, so wird, meine ich, ganz im Sinne FÜRBRINGERS und RUGES, das Ende der Nervenfaser in dem einem Falle etwa in der Mitte des Schenkels, in dem andern etwa am Unterbauch zu suchen sein. Und ebenso wäre es mit den Muskel-Nerv-Einheiten.

Diese starke Betonung des Wertes der Innervation soll keineswegs die Bedeutung der Beziehungen zwischen Muskel und Skelet verringern. Die an den Gliedmassen in Frage kommenden Muskeln sind Skeletmuskeln und daher stets in Beziehung zur knöchernen Unterlage zu betrachten, aber die Konstanz dieser Beziehungen ist nicht so absolut wie zwischen Nerv und Muskel, denn der Knochen kann schwinden, ohne dass zugleich der Muskel schwindet, — Insertion oder Ursprung treten einfach auf den nachbarlichen Skeletteil über, oder heften sich, wenn das nicht möglich ist, auf eine benachbarte Bindegewebslage, deren Bündel sie durch ihren Zug allmälig in ihre Sehne einbeziehen, oder verbinden sich endlich durch eine sehnige Inskription mit einem benachbarten Muskel. Dadurch entstehen dann solche Doppelmuskeln wie z. B. der Cephalohumeralis der Säuger ohne oder mit rudimentärer Klavikel, in denen stets an Stelle des rückgebildeten Skeletteils eine sehnige Einschaltung die ursprüngliche Trennung markirt. Es können auf diese Weise, wie auch Fürbringer bereits ausgeführt hat, ganz heterogene Muskeln zusammenkommen, ebenso wie gelegentlich gleiche Funktion genetisch grundverschiedene Muskeln bis zur Verschmelzung aneinander rücken lässt. Ein gutes Beispiel dafür bieten die Klavikularportionen des Deltoides und Pectoralis maior, ferner die drei Beuger des Vorderarms, Biceps, Brachialis int. und Brachioradialis, die alle durch konjungirende Bündel aneinander hangen können. Wir werden auch später noch auf solche Fälle zu sprechen kommen.

Der Muskelursprung kann sich ausbreiten bei Aenderungen der Funktion des betreffenden Extremitätenabschnitts oder durch einen vordringenden Nachbarmuskel zur Seite geschoben werden. Die Insertion ist beständiger, wie sich ja erwarten lässt. Doch können wir Verlagerungen der Insertion nicht mit Sabatier einfach zu den Unmöglichkeiten zählen: bei Menopoma z. B. inserirt sich der Rectus femoris noch am distalen Teile der Tibia und auf dem Fussrücken.

Da könnte in dem einen Falle z. B. die Muskelfaser mit ihrem Nerven noch dem distalen Abschnitte des Rectus abdom. angehören, während sie im andern etwa dem Adductor longus assimilirt ist. Wenn schon ein Gesetz existirt, so müssen sich auch die Konsequenzen bis ins Detail ziehen lassen. Ich habe die Endgebiete der Nerven zur Genüge berücksichtigt, um mich vor den Folgerungen nicht zu scheuen.

Eine andre Art des Insertionswechsels gesteht SABATIER übrigens zu, wenn nämlich eine über einen Knochenvorsprung verlaufende Sehne sich auf diesem Vorsprung allmälig festsetzt und der unbenutzte Sehnenrest dann wie z. B. beim Pectoralis minor als Band, in diesem Spezialfalle als Lig. coracohumerale, zwischen alter und neuer Insertion erhalten bleibt. — Sehr eingehend hat sich FÜRBRINGER (1887, pg. 849 ff. und 951 ff.) über das Verhältnis zwischen Skelet und Muskel ausgesprochen, im Einzelnen auch über das verschiedene Verhalten des Ursprungs und des Ansatzes der Muskeln zu den mit ihnen verbundenen Knochen und über die Wanderungen der Muskeln am Skelet.

Die oft hervorgehobene Wichtigkeit der Lagebeziehungen d. h. der Anordnung und des Verlaufs der Teile innerhalb der Extremitäten wird durch das Ebengesagte etwas herabgedrückt, denn man wird gelegentlich Mühe haben die ursprünglichen Lagebeziehungen festzustellen. Doch bleibt die Lage eines Muskels immerhin noch ein wesentlicher Faktor in der Beurteilung seiner Homologien. Die geringsten Veränderungen wird man jedenfalls an den proximalen Abschnitten der Gliedmassen vorauszusetzen haben; je weiter wir gegen die terminalen Partien vordringen, desto mehr Zeichen der Anpassung an äussere Einwirkungen werden uns ins Auge fallen, desto mehr Verschiebungen werden wir auch zu erwarten haben.

Eine gute Unterstützung wird die Embryologie gewähren, denn gerade die während der Ontogenese vorübergehend auftretenden, mit Abschluss der Entwicklung aber verschwindenden Bildungen sind von hervorragendem morphologischen Interesse — nur muss vor der einseitigen Bevorzugung embryologischer Daten in morphologischen Fragen gewarnt werden. Denn die Ontogenese ist ganz selbstverständlich durch die funktionelle Anpassung, vornehmlich an den Extremitäten beeinflusst und lehrt uns durch die zu verschiedenen Zeiten auftretende Differenzirung der Teile, welche Partien die funktionswichtigeren oder in progressiver Entwicklung befindlichen sind, welche anderseits in ihrer funktionellen Bedeutung zurückgegangen, in regressiver Bildung begriffen sind. Ich halte es deshalb für gefährlich, Klavikel und Pubicum mit WIEDERSHEIM für homologe Bildungen zu erklären, weil sie beide für die zugehörigen Extremitätengürtel den jüngsten Erwerb darstellen.

Viel mehr Aufschluss können wir uns von vergleichend-anatomischen Betrachtungen versprechen — und ich stehe hierbei ganz auf dem Standpunkte FÜRBRINGERS —, wenn es sich darum handelt komplizirte Erscheinungen bei höhern Formen, entstanden durch eine ganze Reihe von Anpassungsveränderungen, durch die einfacheren Verhältnisse niederer Formen zu analysiren. Ganz besonders gilt das auch für die Beurteilung der sog. Anomalien oder Varietäten. Doch werden wir sehen, dass diese, die man nach FOLTZ im Allgemeinen als Wiederholungen von Einrichtungen der einen Extremität an der andern betrachten kann, oft auch direkte Aufschlüsse in der Homologienfrage geben. Folgen wir bei der Einteilung der Varietäten FÜRBRINGERS Unterscheidung konservativer oder atavistischer und progressiver oder adaptativer Varietäten, so werden wir natürlich für unsere Zwecke hauptsächlich die ersteren, die wol überhaupt die Mehrzahl ausmachen, zu berücksichtigen haben.

Die Form darf nur mehr nebenher zur Beurteilung von Homologien verwendet werden, sie ist von allerlei Einflüssen abhängig; ganz bei Seite zu lassen brauchen wir sie deshalb aber doch nicht. Die Funktion spielt fast überall eine grosse Rolle, ist daher stets in Rücksicht zu ziehen, kann aber für sich allein nicht als Kriterion gelten. —

Es bleibt nun noch übrig die Frage zu erledigen, von welcher Extremität aus die Homologisirung vorzunehmen sei. MARTINS stellte die kaudale Extremität als „membre type“ hin, eine Ansicht, die gewiss von vielen stillschweigend anerkannt wurde, da die kraniale Extremität augenscheinlich zahlreicheren Veränderungen unterworfen war als die kaudale. Andre, wie JULIEN und SABATIER, neuerdings auch HOLL, machen mit Recht geltend, auch die kaudale Extremität habe genug Veränderungen erfahren, und wir werden deshalb keiner von beiden eine Vorzugsstellung einräumen, ohne damit irgendwie WIEDERSHEIMS Beobachtung, dass die kaudale Extremität sich stets als die konservativere erweise, in Zweifel zu ziehen.

Beziehung zwischen Herkunft und Ausgangsstellung der Extremitäten.

Um uns nach Möglichkeit über die ursprünglichen Stellungen der Gliedmassen zu vergewissern, brauchen wir uns nur ihre Herkunft und

ihr erstes äusserlich sichtbares Auftreten beim Embryo ins Gedächtnis zurückzurufen. Aus einer Reihe aufeinander folgenden Somiten sprossen in eine seitliche Falte der Leibeswand knospenartige Fortsätze ein, deren Bildungsmaterial dort zu einer gemeinsamen Masse zusammenfliesst. Mit den Myotomknospen wachsen spinale Nerven in entsprechender Anzahl in die Extremitätenanlage hinein und zeigen ebenfalls an der Grenze gegen die Anlage eine Verschmelzung untereinander. Wie wir die Myotomfortsätze als Bildungsmaterial für die Extremitätenmuskulatur anzusehen haben, so stellt die Leiste der verschmolzenen Spinalnerven die erste Anlage des Extremitätenplexus dar, von der aus die einzelnen Nerven in die sich weiter differenzirende Extremität vorwachsen. Die Vermehrung der Muskelzellen wie die dadurch notwendig werdende Vermehrung der zutretenden Nervenfasern (und bis zu einem gewissen Grade auch der Nervenzellen) fällt jedenfalls zum grössten Teil in eine frühe embryonale Periode, während in späterer Embryonalzeit wie auch postembryonal eine Vermehrung der Muskelfasern zwar nicht in Zweifel zu ziehen, aber nicht mehr unter gleichzeitiger Teilung von Nervenfasern und Nervenzellen zu denken ist. Für diese spätere Massenzunahme eines Muskels können meines Erachtens nur noch Spaltungen der peripheren Nervenfaserenden gleichzeitig mit der Teilung der Muskelfasern in Frage kommen. So dürfte wol auch die Annahme auf unüberwindliche Schwierigkeiten stossen, wonach in später embryonaler oder postembryonaler Zeit ein etwa dymetamer angelegter, also auch von zwei Spinalnerven versorgter Muskel sich durch Assimilation weiteren, einem Nachbarmetamer entstammenden Materials zu einem trimetameren umzuwandeln vermöchte. — Wieviel Neuromyomere definitiv zur Bildung der Extremität beitragen, wird aus der Anzahl der in den Extremitätenplexus eingehenden Spinalnerven ersichtlich, und man kann dasselbe im Prinzip wol auch für die Sklerotome, die skeletbildenden Gewebsmassen, annehmen, obwol diese bereits in den frühesten Stadien konfluirt erscheinen.[1])

---

[1]) Die sehr interessante Beobachtung van Bemmelens an der Eidechse, wonach bei der ersten Anlage mehr Myo- und Neurotome in die Leiste der kranialen Extremität hineinwachsen, als sich später darin finden, indem nämlich die 3 ersten Nerven (und jedenfalls auch die zugehörigen Myotome) sich nicht mehr in die Extremität, sondern in die Halsregion verbreiten, scheint mir nur in dem Sinne ge-

Soweit sind, glaube ich, die Einzelheiten der Extremitätenbildung in den ersten Anfängen durch die Arbeiten von Dohrn, Mollier, van Bemmelen, Wiedersheim, Kollmann, Kästner, H. H. Field u. A. sichergestellt. Auch darüber, dass lediglich die ventralen Somitenabschnitte für die Extremität verwendet werden, herrscht wol kaum mehr Zweifel, denn wir sehen nur die ventralen Trunci der Spinalnerven an der Plexusbildung teil nehmen, indes durchgängig die dorsalen Trunci (oder Rami) mit ihren Skleromyomeranteilen ausgeschlossen bleiben.

Bei der weitern Entwickelung der vorläufig noch platten- oder flossenartig vortretenden Extremität macht sich im Innern eine Sonderung in eine dorsale und ventrale Schicht bemerkbar, zwischen die sich trennend die Skeletanlage einschiebt. Auch die von dem primitiven Plexus aus einstrahlenden Nerven zeigen diese Teilung in dorsale und ventrale Stränge, eine Teilung, wie sie sich nach Fürbringer, Schwalbe, Paterson und mir an der fertigen Extremität ohne Künstelei (im Plexus brachialis leicht, im Plex. lumbosacralis etwas schwieriger) ebenfalls darstellen lässt. Die dorsalen Derivate des Plexus versorgen dorsale Muskulatur und Haut, die ventralen ventrale. Wir haben dadurch also ein sehr brauchbares Hilfsmittel an der Hand, um an der fertigen Extremität dorsale und ventrale Gebiete mit grosser Sicherheit zu scheiden.

Betrachten wir nun ein typisch ausgebildetes Rumpfsegment, so sehen wir hier den Truncus ventralis des zugehörigen Spinalnerven sich in einen Ram. lateralis und einen Ram. anterior s. ventralis aufspalten. Der Ram. lateralis hinwiederum teilt sich in einen dorsalwärts umbiegenden Ram. dorsolateralis und einen ventralwärts ziehenden

deutet werden zu können, dass hier die Ontogenese vorübergehend ein Stadium rekapitulirt, in dem die Extremität um volle drei Somiten weiter kranial gelegen war. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung werden zu erweisen haben, ob bei Tieren, deren kraniale Extremität noch weiter kaudalwärts verschoben ist, wie z. B. bei Vögeln, auch ein derartiger Hinweis auf weit zurückliegende Verhältnisse zu beobachten ist, und ferner, ob für die kaudale Extremität, die meiner Ansicht nach bei allen Vertebraten die Tendenz zeigt, sich kranialwärts zu verschieben, diese Rekapitulationszone, wie ich voraussetzen möchte, sich am kaudalen Ende der Extremitätenanlage findet.

Ram. ventrolateralis (s. Fig. 4 links). Während nun Paterson annimmt, dass der ganze Ram. lateralis eines typischen Rumpf-(Interkostal-) Nerven dem dorsalen, der Ram. anterior dem ventralen Teil eines in den Plexus eingehenden Spinalnerven entspricht, habe ich (1892) wahr-

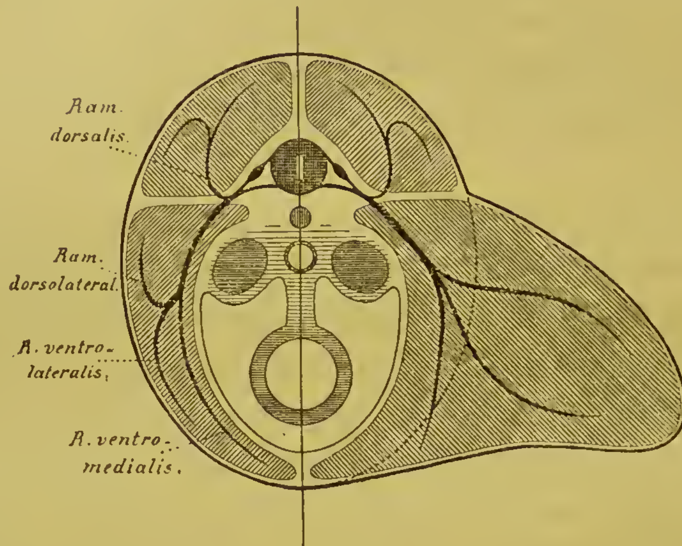


Fig. 4.

scheinlich zu machen gesucht, wesentlich gestützt auf Beobachtungen an den Hautnerven der Extremität, dass die dorsalen Plexusderivate nur den Dorsolateralästen der Rami laterales oder Teilen solcher, die ventralen Plexusderivate dagegen den ventrolateralen Aesten der Rami laterales und den Rami anteriores gleichwertig zu setzen seien. (s. Fig. 4 rechts). Ich kannte damals Wiedersheims schönes Werk über das Gliedmassenskelet der Wirbeltiere noch nicht, sonst würde ich auf dessen Fig. 77 Taf. VII, a und c und Fig. 183, Taf. XVII hingewiesen haben, deren letztere in vorzüglicher Weise in einem Querschnitt der Vorderextremität eines Krokodilembryos meine Ansicht illustrirt. Ich habe bisher nicht Ursache gehabt, von dieser Auffassung zurückzutreten, obwol Paterson sie neuerdings (1894) nicht annehmen zu können glaubt. Um etwaigen Misverständnissen vorzubeugen, möchte ich noch den Ram. anterior eines Spinalnerven mit dem unzweideutigen Namen Ram. ventromedialis belegen, sodass also die ventralen Plexusderivate entsprechen den Rami ventrolaterales und ventromediales.

Die Nervenverteilung gewährt uns demnach einen untrüglichen Anhalt einmal für die Bestimmung der beiden Hauptflächen der Ex-

tremitäten und der dorthin gehörigen dorsalen und ventralen Muskulatur, zweitens für die Bestimmung des ursprünglich kaudalen bezw. kranialen Randes, woraus sich von selbst ergibt, in welcher Stellung die Extremitäten am bequemsten verglichen werden. Nach STIEDA kann zwar „darüber welche Muskeln für ventral und welche für dorsal zu erklären sind, die Ansicht doch nicht zweifelhaft sein." Da er aber von den fertigen Verhältnissen beim Menschen abstrahirt, so gelangt er zu der vollkommen unmöglichen Anschauung, die beim Menschen ventral gelegene Oberschenkelfläche für ursprünglich ventral zu halten, während die zweifellos homologe Fläche bei den urodelen Amphibien, bei Reptilien und ebenso beim menschlichen Embryo lateral - dorsal liegt. Ob man die ursprünglich dorsalen Flächen als Streck-, die ursprünglich ventralen als Beugeflächen bezeichnen will oder nicht, halte ich für irrelevant; Triceps brachii und Quadriceps fem. sind thatsächlich Strecker des Vorderarms bezw. Unterschenkels, die Extensores digitorum sind wirkliche Strecker der Finger und Zehen, bringen keine Dorsalflexion zu Stande. Zu wechseln oder besser auszumerzen wären nur die Bezeichnungen Extensores und Flexores carpi radiales und ulnares, wie es schon WILDER, WYMAN und COUES ausgesprochen haben, — und dafür besitzen wir ja auch bereits die indifferenten Ausdrücke Radiales bezw. Ulnares externi und interni.[1])

Der kraniale Rand wird von den ersten, der kaudale von den letzten Nerven des Plexus versorgt. Der Kranialrand der Schultergliedmasse beim Menschen ist die sog. Lateralfläche des Oberarms etwa vom Tubercul. mai. zum Epicondylus lat. hum., ferner der Radialrand des Vorderarmes und der Hand, und fällt in das Versorgungs-

[1]) Wenn v. BARDELEBEN in einer vorläufigen Mitteilung (1891) sagt: „Wollten wir nun rationelle morphologische Namen für die Muskeln an den distalen Gliedmassenabschnitten einführen, so müssten wir sie als Recti, Obliqui, Transversi volares (ventrales) und dorsales bezeichnen, denn es kann sich doch nur um Derivate der Seitenrumpfmuskulatur handeln, um Somiten oder „Somitoide" —", so möchte ich einstweilen dazu nur bemerken, dass „Recti dorsales" ganz auszuschliessen sein würden, da der Rectus der Rumpfwand ein ganz ausgesprochen ventraler u. zw. ventromedialer Muskel ist. Die Abkömmlinge der ventromedialen Somitenabschnitte liegen in den Gliedmassen, wie uns die Innervation lehrt, ebenfalls ventral und medial: es sind das die ventralen Pectoraladductoren der kranialen, die Adductoren und Rotatoren der kaudalen Extremität.

gebiet des 4., 5. und 6. Cervikalnerven; der kaudale Rand entspricht demnach dem ulnaren und wird vom 8. Cervikal-, vom 1. (und 2.) Dorsalnerven versehen. Eine Pronation des Vorderarms ist für die Vergleichung vollkommen auszuschliessen, denn dadurch würde die Innervation der Hand um 180° gegen die der Kubitalgegend gedreht erscheinen. — Für die Beckengliedmasse ist als ursprünglich kranialer Rand die Medialfläche des Oberschenkels zwischen Trochanter minor und Condyl. medialis fem., der Tibialrand des Unterschenkels und Fusses zu betrachten; die Innervation erfolgt durch den 2. bis 4. Lumbarnerven, indes an den entgegengesetzten Fibularrand sich die Zweige des 1. und 2. Sakralnerven verteilen. Von einer Pronation des Unterschenkels kann ebenfalls keine Rede sein aus dem gleichen Grunde, der gegen die Annahme einer Pronation des Vorderarms als Normalstellung spricht. Geht dann die Extremität aus der primitiven in die definitive Stellung unter wesentlichen Lageveränderungen über, so müssen, wie Holl ganz zutreffend bemerkt, die vom Plexus in die Extremität ziehenden Nerven ebenfalls ihre Lage gegeneinander verändern: so kündigt uns also die Torsion der Nn. cruralis und ischiadicus in der Gegend des Hüftgelenkes an, dass die kaudale freie Extremität sich um 90° im Hüftgelenk ein- oder kranialmedianwärts gedreht hat. An der kranialen Extremität ist nichts derartiges vorgegangen, wenigstens nicht beim Menschen: Wir brauchen den supinirten und mit der Vola ventralwärts schauenden Arm nur in rechtwinklige Abduktion zum Körper zu bringen, ohne irgendwelche Drehung, dann steht der Radialrand mit dem Daumen kranialwärts. Wenn Holl findet, dass in der Schultergegend „das ganze Bündel der Nerven deutlich eine Torsion zeigt, selbst die davon abgehenden Stämme“, so habe ich mich davon nicht überzeugen können.

Es bleibt jetzt noch zu erwägen, ob die von Fürbringer eingeführte Sonderung der Extremitätennerven — und dementsprechend auch der Muskeln — in pro-, dia- und metazonale irgendwie für Homologisirungversuche nutzbar gemacht werden kann. Die morphologische Wichtigkeit, die Fürbringer einer derartigen Unterscheidung beilegen möchte, ist m. E. nicht begründet. Man braucht nur die Schwankungen in der Zusammensetzung dieser Gruppen, wie sie schon

beim Menschen vorkommen, in Betracht zu ziehen: normalerweise werden die Adduktoren des Schenkels alle vom diazonalen N. obturatorius versorgt, nur der Pectineus erhält einen Zweig vom prozonalen N. cruralis, und die Rotatoren werden von metazonalen Fasern innervirt. Nicht selten werden nun ausser dem Pectineus noch Gracilis, Adductor longus und selbst Adductor brevis von einem prozonalen N. obturatorius accessorius versehen, anderseits ist eine Innervation des proximalen Teils des Adductor magnus durch den metazonalen Nerven für Quadratus fem. beobachtet. Ferner wird bei Mensch und Säugern der M. rectus fem. von prozonalen Nerven versorgt, bei den Urodelen dagegen von metazonalen. Noch mehr derartige Beispiele finden sich bei Fürbringer (1887 pg. 977 ff.) aufgezählt. Wir brauchen aber, um diese Variationen zu verstehen, noch nicht zu der Erklärung dieses Forschers zu greifen, wonach die so verschieden innervirten Muskeln als nicht mehr einander homolog hingestellt werden. Bedeutet es denn überhaupt einen morphologischen Unterschied, wenn z. B. ein M. infraspinatus, der aus C_5C_6 versorgt wird, das eine Mal diese Nervenfasern allein durch den N. suprascapularis, das andere Mal zum Teil durch den N. suprascapularis, zum Teil durch den N. axillaris zugeführt erhält? Da ist es doch einfacher anzunehmen, dass in beiden Fällen die gleichen (homologen) Fasern nur in verschiedenen Bahnen verlaufen. Und diese Annahme wird uns erleichtert durch den von Wiedersheim, Kästner und H. H. Field erbrachten Nachweis, dass erst nach Anlage der Muskulatur und des Skelets der freien Extremität von deren proximalem Abschnitte aus Skelet und Muskeln des Extremitätengürtels sekundär in die Stammzone hineinwachsen. Die zu den Muskeln der freien Extremität ziehenden Nerven sind ja alsdann bereits vorhanden und können durch die zentripetal gerichtete sekundäre Wucherung in verschiedener Weise auseinandergedrängt werden, zumal an den Grenzgebieten der normalen Nervenfasergruppirungen. — Fürbringer hat diese Art der Variationen in der Muskelinnervation als ausschlaggebend für die Homologisirung der Muskeln hingestellt (und Ruge stimmt darin mit ihm überein), erklärt einen M. infraspinatus, der seine Nervenfasern nur aus dem Suprascapularis bezieht, als „prozonalen“ Muskel für komplet nicht homolog einem vom metazonalen Axillaris innervirten, also „metazonalen“ M. infraspinatus und führt den neuen

Begriff der „vikariirenden“ Muskelbildung in die Morphologie ein. Ein wachsender Muskel oder Muskelabschnitt soll sich allmälig vollständig in das Gebiet eines schwindenden Nachbars ausbreiten können und zugleich, da es sich hier um gleich funktionirende Muskeln oder Muskelabschnitte handelt, mehr oder minder vollkommen die Gestalt des degenerirenden Teils repetiren. Ich vermag Fürbringer in diesem Gedankengange nicht zu folgen, halte vielmehr das Vorkommen morphologischer Vikariirungen in seinem Sinne für ebenso unwahrscheinlich, als physiologische, funktionelle Vikariirung etwas Alltägliches ist.

Wir werden also die Bezeichnungen pro-, dia- und metazonal nur als kurze topographische Unterscheidungen für den Verlauf von Nerven beibehalten, wobei gleich als allgemein giltig ausgesprochen werden darf, dass die diazonalen Nerven, die also am Schultergürtel niederer Vertebraten durch das Korakoid, am Beckengürtel zwischen Ischium und Pubis hindurch an die Extremität gehen, stets nur der ventralen Plexusschicht angehören, während pro- wie metazonale Nerven ventrale und dorsale Elemente enthalten können.

Die Extremitätengürtel.

Auf die Stellung der Extremitätengürtel ist bisher noch nicht Rücksicht genommen. Dass beide sich nicht mehr in ihrer (phylo- und ontogenetisch) primitiven Lage befinden, erhellt auf den ersten Blick, denn sie müssten dann gegenüber ihren zugehörigen Rumpfsegmenten, also in gleicher Höhe mit den zum Extremitätenplexus ziehenden Spinalnerven liegen. Das ist aber unter den Säugern für den Schultergürtel nur noch bei den Monotremen der Fall. Statt dessen finden wir hauptsächlich den Schulter- weniger den Beckengürtel passiv distalwärts geschoben, eine Verschiebung, die als rein funktionelle Anpassung aufzufassen ist und mit der phylogenetischen Verschiebung der Extremitäten längs der Wirbelsäule natürlich nichts zu schaffen hat. Zu dieser primären Verlagerung tritt später noch eine sekundäre, ebenfalls auf Anpassung zurückzuführende, mehr oder weniger starke Drehung, wodurch die ursprünglich ventralen und dorsalen Abschnitte ihre primitive Lage einbüssen. Dorsale Abschnitte sind die Scapulaplatte und das Ileum, ventrale Klavikel, Processus coracoides und Puboischium.

Vor Kurzem nun ist Bolk (1894), ausgehend von der Annahme, dass stets die Teile des Skelets aus denjenigen Körperteilen sich herleiten, welche die daran sich heftende Muskulatur haben entstehen lassen, auf die ingeniöse Idee verfallen, auf dem Hüftbein nach Feststellung der Anheftung und der Innervation der daselbst inserirten Muskeln die Grenzlinien der einzelnen Segmente einzutragen und daraus Schlüsse auf die Lageveränderung sowol als auf die primitive „embryonale“, Form des Hüftbeins zu ziehen. In der beistehenden, der Bolk'schen Arbeit entlehnten Fig. 5 sind die „Sklerozonen“ angegeben, und man erhält sofort ein übersichtliches Bild von der segmentalen Zugehörigkeit der einzelnen Abschnitte. „Die ursprüngliche, embryonale kraniokaudale Längsaxe des Beckens hat im Vergleich mit der beim Erwachsenen eine erhebliche Veränderung erfahren. Sie hat sich derartig gedreht, dass der proximale Abschnitt ventral, der distale (kaudale) dorsal zu liegen kam. Die Drehung erfolgte um ungefähr 90⁰ u. zw. um einen festen, dorsal gelegenen Punkt, welcher durch die Articulatio sacroiliaca gegeben ist.“ Stellt man sich alsdann „in früher Ontogenie die Myomerengrenzen noch in einer gewissen regelmässigen Aufeinanderfolge“ vor, so lässt sich eine Art embryonaler Urform des Beckens konstruiren, wie es Fig. 6 zeigt. Das Ileum ist stark in kraniokaudaler Richtung ausgezogen und durch tiefe Incisuren von Pubis und Ischium abgesetzt. Die Lage der Linea ileopectinea ist durch die schräge gebrochene Linie angedeutet. Bolk betont die frappante Uebereinstimmung in Bau und Lage mit dem Reptilien-, speziell dem Krokodilinenbecken

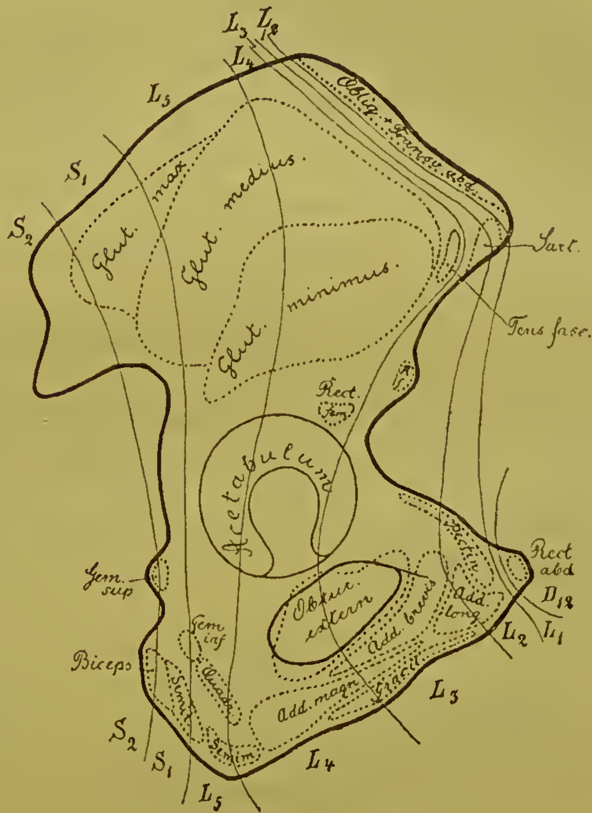


Fig. 5 (nach Bolk).

und die noch auffallendere Aehnlichkeit mit fossilen Formen wie Triceratops flabellatus und Stegosaurus stenops.[1]) Für uns fällt weniger ins Gewicht, ob und in wie weit in dem Konstruktionsbild

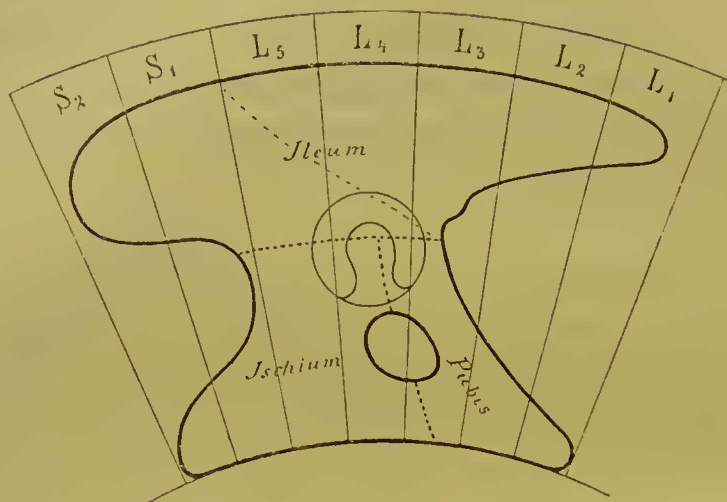


Fig. 6 (nach Bolk, etwas modifizirt).

Aehnlichkeiten mit lebenden oder fossilen Formen zu entdecken sind, sondern viel mehr, dass wir durch die Konstruktion das Abstraktum eines Hüftbeins gewonnen haben, mit dem wir unabhängig operiren können.

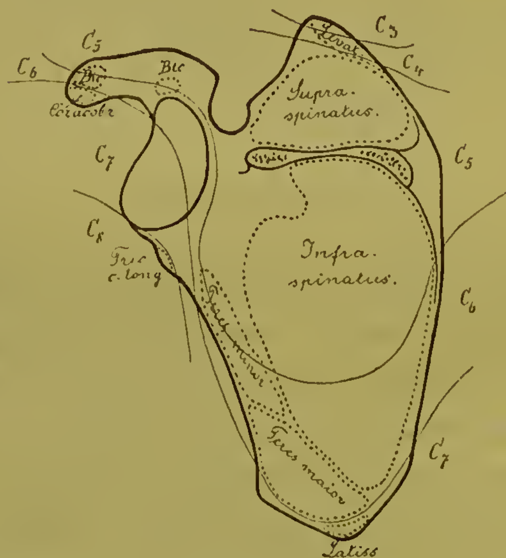


Fig. 7.

Versucht man die gleiche Methode für die Darstellung einer Schultergürtel-Urform zu verwenden, so begegnet man ebenfalls nur geringen Schwierigkeiten für den dorsalen Abschnitt, die Scapulaplatte, bei weitem mehr in der Ausgestaltung der ventralen Partien. In Fig. 7 sind die Sklerozonen nach Bolk'scher Manier über die Scapula gezeichnet, die Klavikel ist vorläufig unberücksichtigt gelassen. Es fällt vor Allem die Beteiligung von nur

[1]) Die Aehnlichkeit würde noch grösser sein, wenn Bolk nicht geglaubt hätte, die Ileumplatte im 13. und 14. Segment so breit halten zu müssen, wofür

3 Segmenten am Aufbau der ventralen Gürtelpartie auf, während die dorsale aus 5 Segmenten entstanden ist. Aus dem Verlaufe der Linien lässt sich eine geringe Drehung des Schultergürtels um eine transversale (frontale) Axe entnehmen u. zw. derart, dass der Processus coracoides kranial-dorsalwärts geschoben erscheint. Ein fester Punkt, um den die Drehung erfolgte, wie beim Hüftbein, ist nicht vorhanden, und ausserdem muss die Verschiebung des Axillarrandes lateralwärts zum grossen Teil auf die starke Breitenentwicklung der Sklerozone C_5 gerechnet werden. Konstruirt man jetzt die hypothetische Scapula, so erhält man einen relativ schmalen dorsalen Teil, der nur am vertebralen Rande kranialwärts zipflig ausgezogen ist durch den Ansatz des Levator scapulae; ausserdem tritt neben der Gelenkpfanne noch die Ursprungsstelle des langen

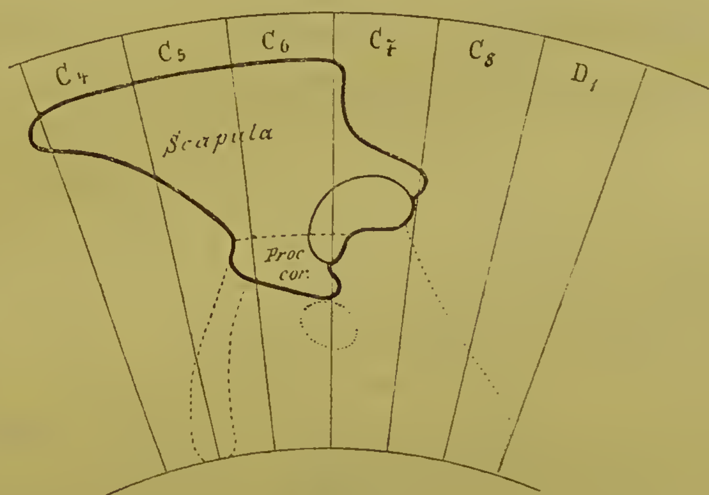


Fig. 8.

Tricepskopfes stark kaudalwärts vor (Textfigur 8). Verglichen mit dem konstruirten Ileum zeigt die Scapulaplatte einen Defekt an der dem weit ausladenden kranialen Ileumabschnitt entsprechenden Stelle. Ven-

meiner Ansicht nach kein Grund vorliegt. Ich hatte bereits die Konturen wie oben im Text modifizirt, ehe ich Zittels Handbuch der Palaeozoologie nachschlagen konnte, und war erstaunt über die allerdings wol nur mit Vorsicht zu verwertende Aehnlichkeit des Ileum mit dem der obengenannten Palaeozoen und ferner mit dem des Claosaurus agilis Marsh, Laosaurus altus Marsh und anderer. Meine Modifikation ist ausserdem zum Teil noch in der Erwägung vorgenommen, dass die Skeletelemente des Rumpfes und daher auch der vom Rumpf sich abgliedernden Extremitäten ursprünglich intersegmentale Bildungen sind.

tral erscheint der Proc. coracoides als leichter Vorsprung, der die ventrale Mittellinie nicht erreicht. Bestimmte Vergleiche mit der Gestalt der Scapula niederer Vertebraten lassen sich kaum anstellen; besonders vermissen wir ventral vorläufig jegliche Uebereinstimmung mit niederen Formen. Beziehen wir die Klavikel, die ja nach WIEDERSHEIM aus der Scapulaanlage hervorsprosst, in die Konstruktion ein, so wird das Resultat nicht viel befriedigender, wenn wir auch, entsprechend dem Ursprung der Klavikularportion des Pectoralis maior, die aus C_5 innervirt wird, die Grenzlinie zwischen 4. und 5. Segment erreichen. Es bleibt immer noch ein grosser Defekt an der Stelle, die bei niederen Wirbeltieren von dem breiten Korakoidapparat eingenommen wird und die Ursprünge des grössten Teils der ventralen Schultergürtelmuskulatur trägt. Der Hauptmuskel dieser Gegend, der Pectoralis maior, gehört seiner Innervation nach dem 5. Cervikal- bis 1. Dorsalsegment an. Die Annahme, dass der Ursprung des Muskels erst nach Schwund eines Teiles der ventralen Schultergürtelpartien auf den Thorax übergetreten sei, begegnet keiner Schwierigkeit. Es fragt sich nur, welche Teile des Korakoidapparates sind geschwunden?

Nach der herrschenden Ansicht ist zunächst das Prokorakoid verloren gegangen und teilweise ersetzt, oder, wie WIEDERSHEIM und GÖTTE wollen, ganz in die Clavicula umgebildet. Ferner ist das eigentliche Korakoid auf den Processus coracoides reduzirt. Gegen diese Auffassung ist meines Wissens zweimal Einspruch erhoben worden, aber, scheint es, ohne Beachtung gefunden zu haben. Zuerst behauptete SABATIER, das Homologon des echten Korakoids wäre bei Säugern nur in Gestalt eines Knochenkerns erhalten, der sich in den Winkel zwischen dem Skapularteil der Pfanne und der Wurzel des Processus coracoides eindrängt und das Tuberculum supraglenoidale bilden hilft (s. die Scapula in Textfigur 2, pag. 15 [101]). SABATIER zeichnet diesen accessorischen Knochenkern beim Hasen und Menschen und weist darauf hin, dass er bei Wiederkäuern, Karnivoren, beim Pferd u. s. w. zu finden ist, wo das Bicepstuberculum grössere Dimensionen besitzt. Der Processus coracoides sei dagegen als Homologon des Prokorakoids zu betrachten, denn er nehme während der Entwicklung nicht an der Bildung der Gelenkpfanne teil, wie das Prokorakoid auch bei Salamandra und Rana von der Pfannenbildung ausgeschlossen sei. Der

gelegentlich an der Spitze des Processus coracoides auftretende besondere Ossifikationspunkt ist nach Sabatier als Epiprokorakoid aufzufassen. — Howes entdeckte den dritten Knochenkern der Scapula auch beim Kaninchen in der 3. Woche post partum, fand ihn aber bereits in der 6. oder 7. Woche in der Verschmelzung mit der Nachbarschaft begriffen. Seine Deutung dieses Befundes weicht insofern von der Sabatier's ab, als er zwar auch den dritten Kern als Rest des echten Korakoids betrachtet, den Processus coracoides aber als Homologon des Epikorakoids, wie es bei den Monotremen (Ornithorhynchus) noch in voller Entwickelung steht. Beide Forscher sind also jedenfalls darin einig, dass sie bei den Säugern von den Marsupialien aufwärts das Korakoid bis auf einen kleinen Rest in Verlust geraten sein lassen, und ich schliesse mich ihnen in dieser Hinsicht an. Es kann meiner Ansicht nach kein Zweifel darüber bestehen, dass die kaudale Partie des Korakoidapparates geschwunden ist, wenn wir die Lücke in unserer Scapula-Konstruktion betrachten.

Es handelt sich also um die Frage, ob wir uns hinsichtlich der Deutung des Processus coracoides Sabatier oder Howes anschliessen können, oder ob sich noch eine dritte Deutung geltend machen lässt. Wenn ich hierfür etwas weiter zurückgreife und im Folgenden zunächst allgemein Bekanntes wiederhole, so möge dies darin seine Entschuldigung finden, dass ich die Interpretation der thatsächlichen Befunde einer Revision bedürftig erachte.

Bei den geschwänzten Amphibien sehen wir von der Scapula und speziell von dem Teile, der die Gelenkpfanne trägt, einen schmalen Fortsatz, das Prokorakoid, kranialwärts gerichtet, indes ein breiterer, das Korakoid, als rundlich konturirte Platte ventral gegen die Medianlinie und noch etwas darüber hinaus strebt. Beide Fortsätze sind durch eine tiefe Incisur getrennt, aber anderseits durch eine sehr kräftige fibröse Membran, die sich kranialwärts in die Halsfaszie fortsetzt, verbunden. In der Verlängerung der Incisur gegen die Pfanne durchbohrt konstant ein Nervenloch die hier zusammengeflossenen Wurzeln des Prokorakoids und Korakoids, medial und ein wenig kranial zu einem typischen, medianwärts gerichteten Ausschnitt des Pfannenrandes. Durch das Loch tritt der N. supracoracoïdeus. — Bei ungeschwänzten Amphibien geht der gleiche

Nerv durch ein grosses Fenster, das zum Ausschnitt der Pfanne übrigens vollständig die gleiche Beziehung zeigt wie das kleine Loch der Urodelen. Kaudal zu diesem Fenster liegt eine starke, allgemein als Korakoid bezeichnete Spange, die verbreitert mit der anderseitigen in der Medianlinie zusammenstösst oder sich, wie bei den Urodelen, etwas darüber hinwegschiebt; kranial wird das Fenster von einem schmalen, transversalen oder medianwärts leicht kranial ablenkenden Knochenstab, der Clavicula, begrenzt, die bei den verschiedenen Anurenspezies mehr oder weniger weit gegen die Mittellinie vordringt und sich dort auf den Kranialrand eines variabel stark entwickelten Knorpelansatzes des Korakoids, des sog. Epikorakoids, auflagert. Diese Clavicula liegt mit ihrem lateralen Ende ventral-medial auf der Basis einer kurzen, kranialwärts gerichteten, von der Scapula aus verknöchernden Erhebung, die als Akromion oder Akromion-artiger Fortsatz bekannt ist. Die Lage dieses Fortsatzes ist zur Gelenkpfanne die gleiche wie die des Prokorakoids der Urodelen. Von der Binnenfläche des Fortsatzes zieht eine straffe Membran nach dem Lateralrand des Epikorakoids und des Episternum, einer inkonstanten, dem Schultergürtel nicht angehörigen, medianen an den Kranialrand der Epikorakoide stossenden Bildung. Die Membran bleibt, wie ich mich beim Frosche mehrfach überzeugt habe, stets in einem gewissen Abstande von der ventral zu ihr gelegenen Klavikel; ihr Vorhandensein muss ich aber im Hinblick auf die gegensätzliche Darstellung Gegenbaurs hervorheben.

Gegenbaur kommt nun nach eingehender Erörterung zu dem Schlusse, der kraniale Fortsatz des Urodelenschultergürtels, das Prokorakoid, finde bei den Anuren sein Homologon in der bei jugendlichen Individuen noch zu beobachtenden knorpligen Unterlage der Klavikel, sei aber mit der letztern selbst nicht zu vergleichen; das Korakoid der Urodelen entspreche dem Korakoid der Anuren. Nur so lasse sich eine Vergleichung mit den Verhältnissen bei den Reptilien durchführen. — Dem gegenüber betont Götte auf Grund umfassender Untersuchungen, die Klavikel der Anuren sei von ihrer knorpligen Unterlage nicht zu trennen, sondern mit ihr zusammen einfach als Klavikel zu betrachten. Ebenso sei Gegenbaurs Auffassung bezüglich der Abschnitte des Reptilienschultergürtels irrig, denn das dort als Prokorakoid gedeutete Stück sei nur durch sekundäre Fensterbildung

in der ursprünglich undurchbrochenen Korakoidplatte abgetrennt; die letztere enthalte zugleich Prokorakoid, Korakoid und Epikorakoid. — Wiedersheim teilt ganz den Standpunkt Göttes und bedient sich daher der Bezeichnungen Klavikel und Prokorakoid als gleichbedeutend. Die embryologischen Befunde dieser beiden Forscher lassen nun keinen Zweifel darin obwalten, dass die Klavikel sich als Auswuchs der Scapulaanlage und durch Abspaltung von der Korakoidplatte — bei Reptilien — entwickelt, und Wiedersheim mag diesen Fortschritt immerhin als einen der grössten bezeichnen, der auf diesem Gebiete der Skeletlehre gemacht worden ist, — aber ebenso zweifellos ist es eine unbewiesene Behauptung, die Klavikel sei das Homologon des Prokorakoids der Urodelen. Die letztern besitzen, wie Gegenbaur durchaus richtig bemerkt, keiue Spur einer Klavikel; aber wiederum konnte Gegenbaur zu seiner Homologisirung der knorpligen Unterlage der Anurenklavikel mit dem Prokorakoid der Urodelen nur gelangen durch die einfache Skeletvergleichung. Berücksichtigt man die Schultermuskulatur mit ihrer Innervation, so ergiebt sich zunächst, dass das Prokorakoid der urodelen Amphibien bisher fälschlich zum ventralen Abschnitt des Schultergürtels gerechnet worden ist, und dass es viel mehr dem dorsalen, also dem Scapularabschnitt angehört. Denn die von dem fraglichen Teile entspringende, unter dem Namen M. procoracohumeralis zusammengefasste Muskelgruppe wird ganz oder doch zum bei weitem grössten Teile von dorsalen Plexusderivaten versorgt; nur am Ventralrand und an der sehr unbestimmt gegen das Korakoid hin abgegrenzten Wurzel entspringt ventrale Muskulatur. Wir könnten dies also auch so ausdrücken, dass das Prokorakoid der dorsolateralen Rumpfgegend angehört, aber bis hart an die Grenze gegen die ventrolaterale herangeschoben ist.

Vergleicht man nun die Schultermuskeln der Anuren mit denen der Urodelen, so sieht man die dem M. procoracohumeralis entsprechende, ebenfalls dorsal innervirte Portion des M. episterno-cleido-acromio-humeralis nicht von der Klavikel, sondern lediglich von dem sog. Proc. acromialis kommen; nur der ventral-mediale Rand dieses Fortsatzes dient einem ventralen Muskel zum Ursprung. Allerdings darf man nicht mit Fürbringer den N. supracoracoideus homolog dem N. suprascapularis setzen, einem sicher dorsalen Plexusderivat, sondern

muss ihn nehmen als das, was er nach seinem Ursprung im Plexus und nach seinem Verlauf an ventrale d. h. zunächst nur an ventralen Skeletteilen entspringende Muskeln ist, als ventralen, in die Serie der Nn. thoracici inferiores s. anteriores gehörigen Nerven.

Nach dem Gesagten brauche ich kaum noch auseinanderzusetzen, dass ich das Prokorakoid der Urodelen und den Processus acromialis der Anuren für Homologa halte, nur ist der Fortsatz bei den Anuren stark zurückgebildet, wie es sich auch in dem Uebergreifen der Muskelursprünge auf seine Binnenfläche ausspricht. Ferner lehren uns aber die Nerv-Muskelverhältnisse der Amphibien, dass der Processus coracoides des Menschen und der Säuger nicht, wie SABATIER will, homolog dem Prokorakoid der Amphibien sein kann, denn am Proc. coracoides entspringen lediglich ventrale Muskeln. Der Vergleich mit dem Epikorakoid nach HOWES wird dadurch hinfällig, dass bei den Säugern, abgesehen von den Ornithodelphen, die ursprünglich vom Medialrand des Korakoids oder vom Epikorakoid kommenden Muskeln auf den Thorax übergetreten sind, während sie, sollte der Vergleich stimmen, ja an dem Proc. coracoides geblieben sein müssten. Die dem N. supracoracoideus der Amphibien und Reptilien homologen Nerven verlaufen medial zum Proc. coracoides; er selbst liegt kranial zur Pfanne und speziell auch zu dem konstant vorhandenen Pfannenausschnitt — es bleibt uns für die Homologisirung des Proc. coracoides der Säuger nur ein ganz beschränkter Bezirk des Urodelenkorakoids, nämlich die das typische Nervenloch kranial-lateral begrenzende, bisher gewöhnlich der Wurzel des Prokorakoids zugeteilte Partie. Dafür werden wir bei der Einzelbesprechung der Muskeln noch ausreichendes Beweismaterial erhalten. Das Homologon des echten Prokorakoids der Urodelen schwindet bereits bei den Reptilien vollständig; die Muskeln treten zum Teil auf die Scapula, zum Teil auf das scapulare Ende der Klavikel über. Die Klavikel selbst ist eine sekundäre Bildung auf oder an dem kranialen Rande des Korakoids, wie es uns auch unsre Konstruktionsfigur zeigt, wo die Klavikel mit dem Proc. coracoides zusammen fällt. Als Rest der geschwundenen Teile der Korakoidplatte wäre dann die Fascia profunda pectoris anzusprechen, die kranial mit der Fascia costocoracoidea zusammenfliesst und in der Achselhöhle einen Teil des faszialen Achselbogens darstellt.

Wiedersheim ist auf die oben zitirten Ansichten Sabatiers und Howes' nicht näher eingegangen; seine Untersuchungen an Larven bezw. Embryonen von Amphibien und Reptilien, bei denen überall das echte Korakoid zur vollen Ausbildung gelangt, boten keine direkte Veranlassung dazu, sie enthalten aber auch keinen Widerspruch gegen die hier geäusserte Anschauung. Daneben aber darf man wol den dritten Ossifikationspunkt der Scapula mit Sabatier und Howes auch als Ueberbleibsel des Korakoids auffassen, denn er liegt etwa an der Stelle, die der kranialen, lateralen Ecke des selbständig ossifizirenden Anurenkorakoids entspricht. — Melzer hat den Defekt am Schultergürtel empfunden und ergänzt die Scapula ventral in seinem Homologisirungsschema durch eine punktirte Linie, ganz ähnlich wie Sabatier, kommt aber im Text nicht darauf zurück.

Wollten wir versuchen in die ventralen Segmentabschnitte unsrer abstrakten Scapula (Textfigur 8) die Konturen des ehemaligen Korakoidapparates einzutragen, so würden wir ungefähr ein Resultat erhalten, wie es die punktirte Linie angibt. Die Konstruktion des Fensters ist nicht ganz willkürlich, sondern richtet sich teils nach der Lage der typischen Durchbohrung des Urodelenkorakoids, teils nach den Nerven, die hier die Fascia pectoris durchbrechen, um in die Mm. pectorales einzutreten (C_5—C_7). Auf eine weitere Ausgestaltung der Pfanne habe ich verzichtet, obwol wir anzunehmen haben, dass das Korakoid sich in grösserm Umfange an deren Bildung beteiligt habe.

Ohne hier bereits auf die spezielle Homologisirung der Skeletteile des Schulter- und Beckengürtels einzutreten, was erst bei und nach Besprechung der Muskulatur geschehen soll, werden wir bei Betrachtung der gleichseitigen Gürtelhälften, also der Spiegelbilder, die symmetrisch gelagerten, bei Betrachtung z. B. der linken Schulter und des rechten Hüftbeins die identisch gelagerten Teile homolog zu setzen haben, also Scapulaplatte = Ileum, Proc. coracoides = Ram. sup. ischii, geschwundenes Korakoid = Rest des Ischium und Pubis, Axillarrand der Scapula = Inguinalrand des Hüftbeins u. s. w.[1]) Scheinen sich

---

[1]) Der Einfachheit halber ist stets in den Zeichnungen die linke kraniale der rechten kaudalen Extremität gegenübergestellt.

auch die Schemata der Textfiguren 6 und 8 gegen die Vergleichung zu sträuben, so ist daran zu denken, dass sie als Konstruktionen für die menschlichen Verhältnisse vorläufig geleistet haben, was man von ihnen verlangen kann. Sie geben uns die Gewissheit, dass eine Rotation der Scapula und des Hüftbeins im Sinne der serialen Homologie eines Mivart, Flower etc. nicht stattgefunden hat, sondern dass der Margo coracoides der Scapula, der Margo inguinalis des Hüftbeins die ursprünglich kranialen, der Margo axillaris bezw. ischiadicus die kaudalen Ränder gewesen sind. Sie verschaffen uns ferner eine Vorstellung von der primitiven Lagerung der Extremitätengürtel und ermöglichen eine genaue Feststellung späterer Lageveränderungen. Sie lehren uns endlich, an welcher Stelle die Reduktion des Säugetierschultergürtels vornehmlich Platz gegriffen und lassen uns mit Bestimmtheit behaupten, dass das Korakoid zum grössten Teile ausgefallen ist. Wir sind genötigt, für diese Konstruktionen die Nerv- und Muskelverhältnisse als Unterlage zu benutzen und werden dadurch wieder daran erinnert, welch geringe selbständige Bedeutung das Skelet beanspruchen kann.

III.

A. Die Vergleichung der Muskeln.

1) Gürtel und proximaler Abschnitt der Extremitäten.

a. Dorsale Muskeln.

Für die Vergleichung der Muskulatur gilt, wie früher bereits erwähnt, dass die von der dorsalen bezw. ventralen Plexusschicht versorgten Muskeln der kranialen Extremität als Ganzes homolog sind den von dorsalen bezw. ventralen Plexusderivaten versorgten Muskeln der kaudalen Extremität. Dorsale Muskelnerven der kranialen Extremität sind die Nn. thoracici posteriores (dorsalis scapulae, thoracicus longus), suprascapularis, axillaris und radialis — für die kaudale Extremität die Nerven für Iliacus, Psoas mai. und min., die Nn. cruralis (ausser dem N. pectineus), peroneus, glutaei und piriformis.

Die von den Nn. thoracici post. versehenen Muskeln fixiren die lose liegende Scapula gegen den Rumpf; am festgestellten Becken sind derartige Muskelvorrichtungen nicht notwendig, es fehlen demgemäs auch die Homologa des Levator scapulae, Rhomboides, Serratus

magn., der Plexus zeigt nichts von den charakteristisch dorsal zu den spinalen Nervenstämmen verlaufenden Nerven. Der Piriformis erhält wol gelegentlich isolirte Zweige aus den sakralen Stämmen, doch einerseits stehen normal seine Nerven in mehr oder weniger enger Beziehung zu den Wurzeln des N. glutaeus sup., anderseits erfolgt die Insertion an den Schenkel, so dass wir ihn in keinem Falle mit einem der genannten Schultergürtelmuskeln homologisiren können. — Dagegen ist der Psoas minor ein Muskel, der vom Stamme entspringt und sich an den Extremitätengürtel inserirt; wir werden daher bei der Besprechung der Ileopsoasgruppe noch einmal darauf zurückkommen. — Bei Säugern, die noch ein bewegliches Becken besitzen, treten die Mm. ileocaudalis, pubocaudalis und ischiocaudalis von der Schwanzwirbelsäule an die einzelnen Hüftbeinabschnitte heran. Der erste von diesen dreien ist entschieden dorsaler, die beiden andern sind ventraler Natur. Reste des Ileocaudalis sind augenscheinlich die Ligg. ileosacralia postt. longa, Reste der beiden andern Coccygeus und Kaudalportion des Levator ani. Von einer speziellen Vergleichung mit Muskeln des Schultergürtels können wir hier absehen.

Die Muskeln auf der Aussenfläche der Scapula sind homolog den Muskeln auf der Aussenfläche des Ileum. Der Deltoides liegt am oberflächlichsten und bedeckt die Ansätze der tiefen Scapulamuskeln ebenso, wie es durch den Glutaeus maximus an der kaudalen Extremität geschieht. Der Deltoides entspringt ausser an Spina scapulae, Akromion und Klavikel mehr oder weniger breit von der Fascia infraspinata und durch sie von der Basis scapulae, bei Anthropoiden in noch höherem Grade als beim Menschen; denn bei Orang und Chimpanse erreicht der Ursprung den Proximalrand des Teres maior und den Margo axillaris scapulae. Denken wir uns die Spina scap., die ein direktes Homologon am Ileum nicht besitzt, geschwunden, so würde der Deltoides genötigt sein in gleicher Weise von der Faszie der tiefen Skapularmuskeln lateralwärts zu entspringen, wie der Glutaeus maximus von der Faszie der tiefen Hüftmuskeln. Bei den höheren Säugern und dem Menschen erscheint der Deltoides als eine zusammenhängende Muskelmasse, niedere Säuger zeigen dagegen zwei isolirte Portionen, eine skapulare und eine klavikulare. Bei Ornithorhynchus ist die klavikulare Portion so innig mit dem klavikularen Pectoralis maior ver-

wachsen, dass die Trennung mit dem Messer überall nur künstlich geschehen kann, und dass selbst ein so genauer Beobachter wie Coues diese Portion zum Pectoralis maior rechnet, als ventralen Abschnitt des Deltoides aber den Pectoralis minor (dort noch ein Epicoraco-humeralis) betrachtet. Nur die Innervation lässt die Zugehörigkeit der scheinbar einheitlichen klavikularen Muskelmasse feststellen: die medialen fünf Sechstel werden von einem diazonalen N. thoracicus ant. versorgt, gehören also zum Pectoralis maior, das laterale Sechstel erhält seinen metazonalen, dorsalen Nervenzweig von dem gleichen Ast, der den skapularen Deltoides versieht. — In gleicher Weise getrennt und innervirt finden wir die Homologa der beiden Deltoidesportionen bei den Amphibien. Deren Dorsalis scapulae (Fürbringer) entspricht dem skapularen Deltoides, indes der klavikulare durch die dorsale Hälfte der oberflächlichen Schicht des sog. Procoracohumeralis (Fürbringer) der Urodelen und durch den oberflächlichen, langen Acromiohumeralis posterior der Anuren dargestellt wird.

Deltoides und Glutaeus maximus sind einander homolog, selbst in einer Anzahl von Varietätenbildungen. So ist aus der vergleichenden Anatomie bekannt, dass der Glut. maximus oft mit seiner Insertion an der Linea aspera bis zum Condylus lat. fem. herabsteigt, daneben sich aber auch noch breit in die dorsale Schenkelfaszie fortsetzt, bei Ornithorhynchus sogar die Fascia plantaris erreicht. Eine homologe Bildung sehen wir in dem M. cleidoepitrochlearis (Testut); die medialen Bündel der klavikularen Deltoidesportion inseriren sich nicht an die Tuberositas deltoidea, sondern schicken eine schlanke rundliche Sehne über den Biceps und das Gefäss-Nerven-Bündel an den Epicondyl. medialis humeri. Diese Sehne ist mit der Oberarmfaszie verwachsen, sodass wir sie als höchste Entwicklung einer öfter zu beobachtenden Einstrahlung der ventralen Deltoidesportion in die Oberarmfaszie über dem Biceps betrachten können. — Der sog. Ischiofemoralis, ein Ursprungsbündel des Glut. maximus von Tuber ischii, hat sein Homologon augenscheinlich in einem gelegentlich von mir beobachteten, bei Testut und Krause nicht erwähnten, Ursprungsbündel des Deltoides vom Proc. coracoides, das ich auch beim Gorilla antraf. Es handelt sich hier wie bei dem Cleidoepitrochlearis wol um progressive Anomalien. — Ein andres accessorisches Bündel, von der

Faszie des Infraspinatus gegen die Basis scapulae hin entspringend, der Basiodeltoideus (KRAUSE), oder von dem Axillarrand der Scapula in der Gegend des Ursprungs des Teres mai. und min. kommend, der Costodeltoideus (CALORI), sind verschiedene Stadien desselben Vorgangs, der Abspaltung eines Bündels vom dorsalen Deltoidesrand, wie sie sich in gleicher Weise am Glut. maximus darstellen bei der Abspaltung des Tensor fasciae. Bei Anthropoiden z. B. beim Gorilla beginnt eben die Abtrennung eines besondern Tensor, bei stark muskulirten menschlichen Individuen werden gelegentlich die Ränder der normalerweise getrennten Muskeln aneinandergrenzend gefunden. Beim Gorilla vermochte ich auch noch in der Innervation sowol die Zugehörigkeit zum Glut. maximus als das bereits erkennbare Bestreben nach Selbständigkeit nachzuweisen, denn der verhältnismässig kleine Tensor erhielt dort beiderseits einen Zweig des N. glutaeus inf. vom Glut. maximus her und daneben, durch die Substanz des Scansorius hindurchtretend und mit dem obengenannten anastomosirend, einen Zweig aus dem N. glutaeus superior. Diese Anastomose zwischen zwei engverwandten Nerven, die ganz augenscheinlich auch Fasern aus dem N. glut. inferior in den Scansorius führte, ist ein Seitenstück zu folgendem, kürzlich von mir beobachtetem Falle. An einer männlichen Leiche wurde der Tensor fasciae teils direkt aus dem N. glutaeus sup., teils von einer langen und starken Schlinge aus versorgt, die den am weitesten proximal in den Vastus lateralis eintretenden Muskelast unter dem Tensor weg mit dem N. glut. superior verband. Ich halte diese, meines Wissens noch nirgends sonst mitgeteilte Anomalie für einen Rückschlag auf die Verhältnisse bei Ornithorhynchus, wo an die äussere Hüftmuskulatur ein starker Zweig des auch den M. rectus fem. versorgenden Astes vom N. cruralis unter diesem Muskel weg in den Glutaeus minimus, auf der andern Seite aber ein schwächerer Zweig des Ischiadicus in den Glutaeus medius eintritt. Dieser Zweig geht noch bis in den Glut. minimus und vereinigt sich da durch ein zartes Fädchen mit dem Cruraliszweig. — Wir haben in diesen Fällen gute Illustrationen des „Kampfes um die Endgebiete", wie er zwischen dem N. medianus und dem tiefen Ast des N. ulnaris am Daumenballen oft erwähnt ist, wie ich ihn ebenfalls beim Gorilla im Adductor obliquus hallucis zwischen den Nn. plantares lat. und medialis fand, und wie

er m. E. auch sonst, aber nur zwischen verwandten, d. h. gleichwertigen, Nerven vorkommen kann. Wir brauchen ja nur die Besprechung der tiefen äusseren Skapularmuskeln mit dem Teres minor zu beginnen, um sofort ein weiteres Beispiel für diesen Kampf zu haben.

Der Teres minor wird oft als Abspaltungsbündel des Infraspinatus aufgefasst, was er aller Wahrscheinlichkeit nach auch ist, und bezöge als solches seine Innervation aus dem N. suprascapularis. In der Norm erhält er aber seinen Nerven aus dem N. axillaris und nur selten dazu Zweige aus dem Suprascapularis. Durch diese Doppelversorgung wird der Teres minor noch ähnlicher dem Scansorius, als dessen Homologon er sich schon durch Ursprung, Verlauf, Insertion und durch seine Lagebeziehungen überhaupt charakterisirt. Der Scansorius, bei den Anthropoiden und auch sonst bei den Affen und Karnivoren beschrieben und da mehr oder weniger scharf gegen seinen Stammmuskel, den Glutaeus minimus, abgesetzt, ist identisch mit Henle's vorderm Kopf des Glut. minimus beim Menschen. Sein Ursprung zieht sich von der Spina ant. sup. entlang dem ventralen Rand des Ileum, lateral zum Hauptursprung des Rectus fem. herab; die Insertion nimmt die ventrale, steil abfallende Fläche des Trochanter maior ein, eine Partie, die der steil abfallenden Dorsalfacette des Tubercul. maius hum. entspricht.[1])

Sind Teres minor und Scansorius homolog, so müssen es auch die Muskeln sein, denen sie ihre Entstehung verdanken, Infraspinatus und Glutaeus minimus. Beide inseriren sich an die mittle, schräg abfallende Facette des Tuberculum maius bezw. des Trochanter maior.

Supraspinatus und Glutaeus medius sind ebenfalls Homologa; jener setzt sich an die höchst gelegene Facette des Tuberculum maius, dieser an die entsprechende Stelle des Trochanter maior.

Glutaeus medius und minimus sind bei Ornithorhynchus noch eine ziemlich einheitliche Muskelmasse, die allerdings bereits unschwer eine Trennung in zwei Portionen erlaubt, wie es auch an der ent-

[1]) v. Bischoff (Anat. d. Hylobat. leuciscus) hat diesen Muskel gut beschrieben und ihn mit vollem Recht von dem accessorischen Bündel des Ileopsoas, das lateral zur Rectussehne entspringt, getrennt, indes Testut beide zusammenwirft, auf der andern Seite aber die „portion inférieure" des Iliacus unter dessen Anomalien als normal vorhanden schildert.

sprechenden Gruppe bei den urodelen Amphibien der Fall ist. Freilich treten da die Glutaeen hinsichtlich ihres Volums sehr in den Hintergrund. — Supra- und Infraspinatus entstammen ebenfalls einer einheitlichen Anlage. Bei den Urodelen sind sie in dem dorsal innervirten Teil des M. procoracohumeralis enthalten, der sich bei Salamandra und noch besser bei Menopoma bereits in mehrere Portionen auflösen lässt. Bei Ornithorhynchus ist die ursprüngliche Zusammengehörigkeit der beiden, vollständig getrennten Muskeln noch gut erkennbar. Der Infraspinatus hat den Teres minor noch nicht abgespalten, lässt aber an der Insertion schon eine zirkumskripte proximale sehnige und eine distale fleischige Portion unterscheiden. Der Supraspinatus ist klein und eben im Begriff, mit seinem Ursprung um die ventrale Kante des Proc. acromialis kranialwärts zu wandern und sich eine Fossa supraspinata, die kaum andeutungsweise vorhanden ist, zu bilden. Bei gewissenhafter Berücksichtigung der Muskelverhältnisse ist eine richtige Beurteilung der Monotremenscapula nicht schwer. Doch mag hier vorläufig nur darauf hingewiesen werden, dass der kraniale Rand der Scapula bei Ornithorhynchus der Spina scap. höherer Säuger, die ventrale Ecke dieses Randes dem Akromion entspricht.

Der Piriformis wird fast allgemein als abgespaltenes Bündel des Glutaeus medius betrachtet, da er nicht nur beim Menschen, sondern auch bei einer Anzahl andrer Säuger mit diesem verschmolzen gefunden wird. Für eine solche Annahme scheint auch die Innervation zu sprechen, denn die Nervenzweige an den Piriformis zeigen beim Menschen fast immer mehr oder weniger nahe Beziehungen zu dem N. glutaeus superior. Nichtsdestoweniger ist der Muskel als ursprünglich selbständige Bildung aufzufassen, denn bei den Urodelen sehen wir ihn als kräftigen Caudofemoralis im Ursprung weit von den als Glutaeen zu deutenden Ileofemorales posteriores abgerückt, bei Ornithorhynchus entspringt er durch Vermittlung der Kaudalfaszie sogar von den Dornen der Kaudalwirbel, von den Querfortsätzen durch einen massig entwickelten Ileocaudalis abgedrängt, bei den Marsupialiern ist er ebenfalls weit vom Glutaeus medius getrennt. Eine Verschmelzung mit dem letztern kann also erst sekundär stattfinden und wird begünstigt durch die zunehmende Rotation des Beckens. — Dem Piriformis fehlt normal ein Homologon an der Schulter und wäre auch

nur — etwa als ein M. transversohumeralis — zu erwarten, wenn die Scapula an ihrer ontogenetisch primitiven Stelle in der distalen Halsregion verblieben wäre.

Von GRUBER ist einmal ein etwa hierher gehöriger, anomaler M. cervico-costo-humeralis (humero-transversarius TESTUT) beobachtet. Er entsprang an dem Proc. transversus des 6. Halswirbels und an der 1. Rippe und ging als schmales Band an den Humerus unter den Deltoides. Ueber die Innervation ist nichts mitgeteilt; dem Ursprung und der Insertion nach ist aber der Muskel wahrscheinlich zur dorsalen Gruppe zu rechnen und könnte demnach mit einiger Vorsicht als Piriformishomologon angesehen werden. RANSOM spricht diese Homologie für einen dem GRUBER'schen ähnlichen Muskel aus, der ventral von der Wurzel des 7. Halswirbelquerfortsatzes entsprang, transversal lateralwärts über den Plexus brachialis hinwegzog und sich mit dem Subscapularis am Tuberculum min. inserirte. Freilich hält der englische Autor zugleich den Subscapularis für das Homologon der Glutaei medius und minimus.

Für die Innervation der bisher aufgeführten Muskeln kommen an der kranialen Extremität $C_4C_5C_6$, an der kaudalen $L_4L_5S_1S_2$ in Betracht, hier also die Nerven der kaudalen Plexushälfte, dort die der kranialen.[1]) Diese Anordnung der Nerven mussten wir erwarten, wenn unsre Voraussetzung von der antero-posterioren Symmetrie der Gliedmassen richtig ist. In dem nebenstehenden Schema habe ich unter A die Plexus brachialis und lumbosacralis in syntropistischem Sinne einfach, unter B in antitropistischem Sinne nach Drehung des einen Plexus gegen den andern um 180^0 nebeneinander und den Hauptnerven für den Deltoides C_5 gegenüber dem Hauptnerven für den Glut. maximus S_1 gesetzt. Ein Kommentar ist überflüssig; nur in der Stellung B sind die Nerven der homologen Muskeln homolog gelagert, und wir werden darin, da sich das Gleiche auch bei den andern Nervmuskelgruppen zeigt, eine Hauptstütze unsrer Hypothese erkennen dürfen. —

---

[1]) Hier wie später sind für die Innervation der einzelnen Muskeln die Angaben von HERRINGHAM, PATERSON, SHERRINGTON, RUGE, BOLK neben eignen Befunden berücksichtigt worden.

Die Homologisirung des **Subscapularis** mit dem **Iliacus** stösst zunächst auf keine Schwierigkeiten. Beide entspringen von der Innenfläche des Dorsalabschnitts des betr. Extremitätengürtels und inseriren

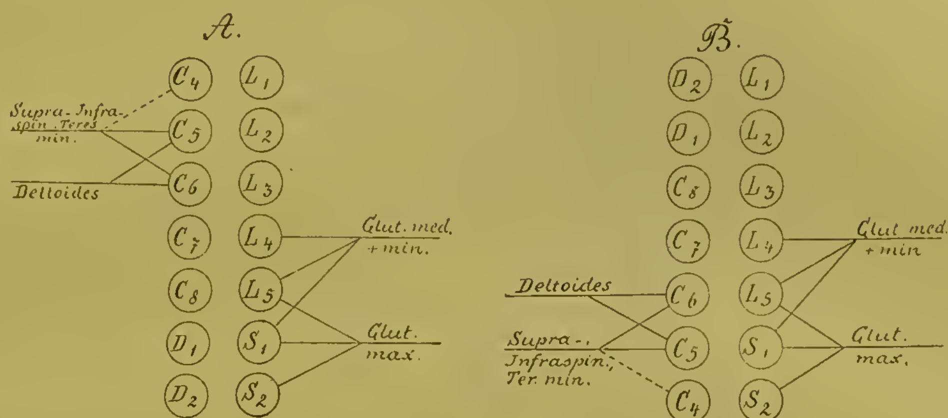


Fig. 9.

sich an die symmetrisch gelegenen Tuberculum min. bezw. Trochanter minor. Aber die Innervation widerspricht dem im vorigen Passus Auseinandergesetzten ganz augenscheinlich. Der Subscapularis entstammt dem 5. und 6. (gelegentlich auch dem 7.) Cervikalmyomer, der Iliacus dem 2. bis 4. Lumbarsegment. Sehen wir, ob wir durch eine Rekonstruktion der primitiven Verhältnisse Aufschluss erhalten. In Fig. 10 ist die Ausdehnung des Subscapularis - Ursprungs auf der konstruirten Scapula, in Fig. 11 der Iliacusursprung auf dem Ileum durch punktirte Flächen angegeben: Wir überzeugen uns sofort, dass diese Flächen nicht einander homolog sein können, denn der Teil des Ileum, woran der Iliacus entspringt, fehlt an der Scapula fast vollständig, wie ich bereits pg. 53 [139] erwähnte. Bei aller Aehnlichkeit also würden wir den Subscapularis und Iliacus des Menschen nicht als völlig homologe Bildungen anerkennen können, sondern in ihnen **imitatorisch**

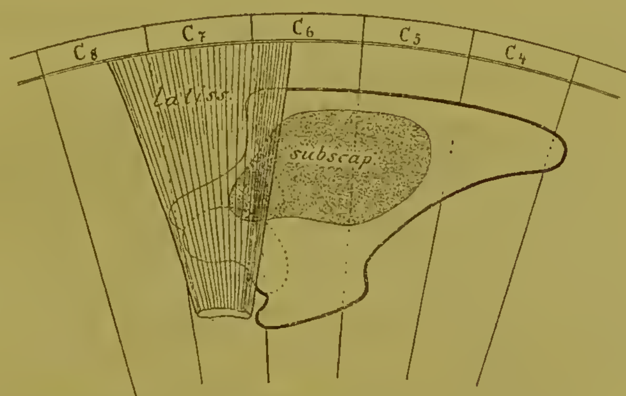


Fig. 10.

homologe Muskeln sehen. Höchstens wäre die dicht am Axillarrand entspringende Portion des Subscapularis, die nicht selten als Subscapularis minor s. accessorius vom Hauptmuskel isolirt auftritt und

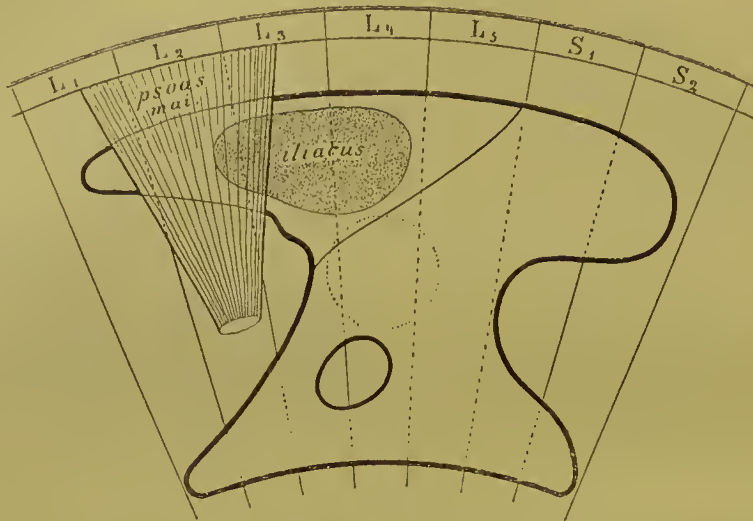


Fig. 11.

der Lage nach von C_7 innervirt wird, mit der von L_4 versorgten Portion des Iliacus zu vergleichen. Es hat dies insofern noch besondres Interesse, als der Subscapularis minor als eine Rekapitulation der primitivsten Subscapularisform erscheint, wie wir sie bei den Urodelen als dorsalen Abschnitt des Subcoracoscapularis (FÜRBRINGER) in verschieden starker Entwicklung vorfinden. Bei Menopoma z. B. entspringt er vom Kaudalrand der Scapulawurzel bis an den Pfannenrand heran, bei Salamandra greift der Ursprung bis weit auf die Binnenfläche der Wurzel des Prokorakoids über (Taf. XI, Fig. 10). Seine Fasern konvergiren stark gegen das etwa dem Tuberculum min. homologe Tuberculum mediale humeri und eine kurze, davon distalwärts ziehende Leiste. (S. weiteres unter den Bemerkungen über den Teres maior.)

Der Iliacus minor, ein accessorisches, lateral zum Ursprung des Rectus fem. von der Spina ant. inf. ilei kommendes Muskelbündel, das man fast konstant antrifft, hat an der Scapula des Menschen kein Homologon, denn der Subscapularis minor entspringt noch in der Fossa subscapularis. Hinsichtlich der phylogenetischen Bedeutung dieses Bündels behauptet TESTUT, der bei Tieren mit prismatischem Ileum vorhandene Iliacus sei homolog dem Iliacus accessorius des Menschen

und der Tiere mit breitem Ileum, indes der echte Iliacus internus der Letztern Jenen wegen Mangels einer Fossa iliaca interna vollständig fehle. Zu einer derartigen Auffassung konnte TESTUT nur durch eine vollkommene Abhängigkeit von SABATIERS Ansichten gelangen, denn erstens ist die sog. Fossa iliaca externa anterior des prismatischen Ileum durchaus homolog der Fossa iliaca interna breiter Darmbeine, weil sie mit dem von ihr entspringenden Muskel innerhalb der Bauchdecken liegt, und zweitens existirt bei den Tieren mit prismatischem Ileum das accessorische Muskelbündel ebenfalls und entspringt wie am breiten Ileum zwischen Rectusursprung und Hüftpfannenrand; COUES hat es bei Didelphys virginiana als Ileofemoralis beschrieben, ich selbst fand es bei Didelphys philander und cancrivora. Der Innervation nach gehört es zum Iliacus. — Das Homologon des Iliacus minor am Schultergürtel müsste lateral zum Ursprung des Anconaeus longus, zwischen diesem und der Gelenkpfanne auf der Aussenfläche der Scapula entspringen. Diese Bedingungen sind meines Wissens nur bei Ornithorhynchus in einem kleinen, aber kräftigen Muskel erfüllt, den COUES als Subscapularis bezeichnet, während er den echten Subscapularis zum Teres maior rechnet. Er wird im Ursprung noch teilweise vom Infraspinatus überlagert und setzt sich in der Hauptsache fleischig dorsal-lateral an das leistenartige Tuberculum post. s. minus humeri und dessen Spina, breiter als der echte Subscapularis, an. Seiner Lage nach ist er nicht mehr Subscapularis, sondern vielleicht Scapularis lateralis zu nennen.

Der Psoas ist, wie die Muskeltabelle am Schlusse dieser Abhandlung ausweist, bereits öfter dem Latissimus dorsi homologisirt worden, ohne dass dafür etwas Andres als die gemeinsame Insertion mit dem Iliacus geltend gemacht werden konnte. Dass wir den Psoas maior vom Psoas minor getrennt betrachtet müssen, ist trotz des relativ seltnen Auftretens des letzteren beim Menschen selbstverständlich, denn bei einer ganzen Reihe von Säugern finden wir den Psoas minor als selbständigen Muskel, der oft an Stärke den Psoas maior übertrifft. — Beginnen wir mit dem Psoas maior, so ist zunächst festzustellen, dass dessen Ursprünge von den Wirbelkörpern aller Wahrscheinlichkeit nach erst sekundär erworben sind. Jedenfalls spricht m. E. nichts dafür, den Muskel mit RUGE der subvertebralen Muskulatur zuzu-

weisen,[1]) denn es ist mir nirgends ein Beispiel dafür bekannt geworden, dass subvertebrale Muskulatur Beziehungen zur Extremität erlangte. Der Psoas maior kam also ursprünglich von den Processus laterales der Lendenwirbel u. zw. in viel geringerer Ausdehnung, als es uns jetzt erscheint, denn er bezieht seine Nerven nur aus $L_1\,L_2\,L_3$. Er gehört demnach dem 1. bis 3. Lendenmyomer an. Drehen wir jetzt das Hüftbein um 90° in seine primitive Stellung zurück, sodass also das Puboischium wieder rein ventral gelagert ist, oder, was noch einfacher ist, konstruiren wir, wie es in Fig. 11 geschehen, den Muskel aus den entsprechenden Myomeren in unser Hüftbeinschema, so fällt sofort ins Auge, dass der Psoas maior ursprünglich eine andre Lagerung zum Iliacus eingenommen hat, als wir sie zu sehen gewöhnt sind, d. h. er verläuft zum grössten Teile kranial an dem Iliacus vorüber und bedeckt anderseits den letztern etwas auf dessen Innen-(Viszeral-)fläche. Seine Insertion am Schenkel würde distal zu der des Iliacus stattfinden. Bei den Marsupialiern, wo der Iliacus schwach entwickelt ist, wird er noch fast vollständig vom Psoas maior überlagert, und dieser setzt sich auch noch teilweise distal von jenem an (Taf. XI, Fig. 9, *pm*).

Der Latissimus dorsi hat nun ebenfalls seine jetzige Lage, besonders auch seinen Ursprung, erst sekundär erhalten durch eine ausgiebige Wanderung kaudalwärts. Seiner Innervation nach stammt er von dem Material des 6. bis 8. Cervikalmyomers ab. Bei einer einfachen Gegenüberstellung der Innervation des Latissimus und Psoas maior in syntropistischem Sinne würden wir also ebensowenig wie bei antitropistisch symmetrisch gelagerten Plexus erreichen, dass die Nerven beider Muskeln zusammenfallen, denn die für den Psoas stammen aus dem Anfang, die für den Latissimus aus der Mitte des zugehörigen Plexus. Konstruiren wir aber wieder den Latissimus aus seinen Myomeren an die hypothetische Scapula, so haben wir ein durchaus ähnliches Bild (s. Textfigur 10) wie bei der Konstruktion des Psoas: der Latissimus läuft kaudal an dem Subscapularis vorüber und setzt sich distal von ihm an den Humerus. Aber wie zwischen Iliacus und Subscapularis besteht auch zwischen Psoas maior und Latissimus keine vollkommene, sondern nur eine imitatorische Homologie.

[1]) W. Krause erwähnt als subvertebralen Muskel dieser Gegend einen M. longus lumborum als sehr seltne Varietät, Testut sagt nichts davon.

Existirt nun für den Teres maior ein Homologon an der kaudalen Extremität? Ist dieser Muskel ein abgespaltenes und auf die Scapula übergetretenes Bündel des Latissimus, wofür ausser gelegentlichen Faserkonjugationen, Vorkommen accessorischer Latissimusbündel von der Scapula, teilweiser und vollständiger Verschmelzung der Muskelbäuche und Sehnen (Macalister) — normal bei Reptilien (Sabatier), Myrmecophaga und Viverra civetta (Young) — auch der unmittelbare Anschluss in der Innervation spricht, so werden wir bei der Lageveränderung des Beckens ein Homologon kaum vermissen.[1]) Dagegen möchte ich behaupten, dass der Teres maior sich nicht vom Latissimus, sondern vom Subscapularis abgliedert, und ich stütze mich dabei auf die Verhältnisse bei Ornithorhynchus. Da liegen Teres maior und Subscapularis noch so dicht aneinander, dass Coues beide Muskeln als zwei Portionen eines Teres maior bezeichnen konnte. Beide Portionen sind kräftig und völlig distinkt: die P. inferior, der eigentliche Teres maior, kommt von der Aussenfläche des kaudalen Scapulazipfels und setzt sich an einen Höcker am distalen Ende der Spina tuberculi minoris mit flacher, schmaler Sehne, weit abgerückt von der Latissimusinsertion; die P. superior, der echte Subscapularis, ist stärker, umfasst mit ihrem Ursprung den kaudalen Rand der Scapula, indem sie teils breit von deren Aussenfläche zwischen den Ursprüngen des vorigen und des Anconaeus long., teils von der ganzen Innenfläche — soweit sie vom Levator scap. freigelassen wird — entspringt, und geht fleischig-sehnig an ein Sesambein auf dem Tuberculum minus und bis zu dem proximalen Höcker an dessen Spina. Wir werden deshalb wol nicht fehl greifen, wenn wir den Teres maior als frei gewordene Kaudalportion des Subscapularis bezeichnen. Da er aus $C_6 C_7$ innervirt wird (beim Menschen), so gilt für ihn das beim

[1]) Wenn Sabatier die überzähligen Muskelbündel zwischen Deltoides und Latissimus als Reste einer frühern Kontinuität beider ansieht, woraus dann eine gemeinsame, oberflächliche Dorsalmuskelschicht resultiren würde, so lässt sich dagegen nichts einwenden, denn die Innervation kann nur dafür sprechen. Anderseits würden wir dadurch auf einen entsprechenden ehemaligen Zusammenhang zwischen Glutaeus maximus und Psoas maior hingewiesen, der nur durch die stark entwickelte Darmbeinplatte gestört erscheint, ein Punkt, der bei dem schmalen, prismatischen Darmbein der Beutler fast vollständig zurücktritt.

Subscapularis Gesagte: nur der von C_7 versorgte Abschnitt ist komplet homolog dem von L_1 innervirten Teile des Iliacus internus.

Höchst auffallend ist bei Ornithorhynchus das Uebergreifen des Ursprungs des echten Subscapularis auf die dorsale Fläche der Scapula und hat aller Wahrscheinlichkeit nach begünstigend für die Hypothese der Torsion einer ursprünglich prismatischen Scapula gewirkt. Bei genauer Betrachtung lässt der echte Subscapularis des Ornithorhynchus zwei Abschnitte unterscheiden: eine schmale, ventrale, dicht neben dem Schultergelenk verlaufende bleibt fleischig bis zur Insertion an das artikulirende Sesambein auf dem Tuberculum minus und entspringt lediglich auf der Innenfläche der Scapula dorsal neben dem Ursprung des Omohyoideus; die grosse übrige Masse des Subscapularis entwickelt verhältnismässig bald nach dem Ursprung eine Sehne an ihrer Oberfläche und reicht mit ihrer Insertion distal bis in die Nähe des Ansatzes des Teres maior. Ich stehe nicht an, den kleineren der beiden Abschnitte mit dem menschlichen normalen Subscapularis zu vergleichen, den grössern aber mit dem Subscapularis accessorius. Dass die Muskelmassen in gerade umgekehrtem Verhältnis zu einander stehen, besagt ja nichts weiter, als dass der Subscapularis accessorius beim Schnabeltier eine grössere funktionelle Bedeutung besitzt als beim Menschen, und dass es ihm dementsprechend auch gelungen ist, auf die dorsale Scapulafläche vorzudringen. Es gelingt ihm das um so leichter, als dem Infraspinatus augenscheinlich nur geringe Bedeutung für die Bewegung des Armes zukommt.

Der Psoas minor verhält sich hinsichtlich der Entstehung seiner Ursprünge von den Wirbelkörpern wie der Psoas maior. Die Insertion erfolgt, wenn der Muskel einmal kräftig beim Menschen entwickelt ist, mittelst einer starken, platten Sehne an die Linea ileopectinea auf der Grenze zwischen Ileum und Pubis, ev. mehr oder weniger breit an Pecten pubis, ausserdem aber lateral davon breit in die Faszie über Iliacus und Psoas und dadurch an die Inguinalkante des Ileum. Er überlagert somit diese beiden Muskeln und die zum Schenkel ziehenden Nerven ventral. Die Insertion liegt beim Menschen unter (dorsal zu) den Schenkelgefässen, ist also modifizirt gegenüber dem Verhalten der Endsehne bei Tieren mit kräftigem Psoas minor, wie z. B. bei Didel-

phys, wo sie einen grossen Sehnenbogen für den Durchtritt des Ileo-psoas und der Schenkelgefässe und -Nerven bildet (Taf. XI, Fig. 9). Der Innervation nach gehört der Muskel zum 1. und 2. Lumbarmyomer. Konstruirt man daraufhin in unserm Hüftbeinschema den Muskel, so erkennt man, dass die ursprüngliche Insertion die am Inguinalrand des Ileum war, indes die jetzige Hauptinsertion erst sekundär bei der Drehung des Beckens durch Ueberwandern u. zw. durch Vermittlung der Fascia iliaca erworben sein muss. Dadurch erklärt sich auch der Verlauf der Sehne über den Blutgefässen am einfachsten.

Ein Homologon des Psoas minor an der kranialen Extremität müsste von Rippen oder Rippenäquivalenten entspringen, sich an der Innenfläche der Scapula in nächster Nähe der Gelenkpfanne oder auch am kaudalen (axillaren) Rand inseriren, aus dem kaudalen Teil des Plexus brachialis u. zw. von dorsalen Nerven versorgt werden. Ein derartig charakterisirter Muskel scheint beim Menschen und bei den Säugern nicht vorhanden zu sein, findet sich aber bei den Amphibien, Reptilien und Vögeln als Thoraciscapularis (Fürbringer). Er entspringt bei den Amphibien an den Spitzen einer oder zweier Rippen oder Rippenfortsätze, bei Reptilien und Vögeln seitlich am Thorax von einer oder einigen proximalen Rippen. Bei den Säugern wird die Insertion dieses Muskels von der Scapula abgedrängt durch die mächtige Entwicklung des Subscapularis und heftet sich, wie es in solchen Fällen zu geschehen pflegt, durch Vermittlung der am axillaren Scapularand sich ansetzenden Faszie auf den nächstgelegenen Muskel: Teres maior + Latissimus. Sobald also der M. thoraciscapularis als Varietät beim Menschen oder einem Säuger aufträte, würden wir ihn seitlich am Thorax, von einigen Rippen entspringend, an die Sehne oder den Muskelbauch des Latissimus sich inserirend, etwa vom letzten Cervikalnerven innervirt vorfinden. Ein solcher Muskel ist nun nicht als Varietät, sondern konstant vorhanden. Er würde etwa Costoaxillaris posterior zu taufen und vielleicht immer erkennbar sein, wenn nicht, wie das ja auch zwischen Psoas maior und minor der Fall ist, der gleiche Faserverlauf eine Assimilation an den Latissimus dorsi zu sehr begünstigte. Gewöhnlich erscheint er als Ventralrand des letzteren, mehr oder weniger scharf gegen den eigentlichen Latissimusbauch abgegrenzt, und setzt sich zum Teil auf die ventrale Fläche der breiten

Latissimussehne (und erlangt so auf leichteste Weise eine neue Insertion am Humerus), zum Teil, manchmal recht ausgiebig, medial dorsal an den faszialen Achselbogen (s. Taf. X, Fig. 2). Einmal, Anfang 1892, habe ich bei einem Manne links eine vollkommene Isolirung der Portio dorsalis und der Portio ileocostalis durch einen breiten dreieckigen Spalt beobachtet. Die Spitze des Dreiecks lag nahe der Achselhöhle; in der zwischen beide Portionen eingeschalteten Faszienplatte vermochte man einige wenige Muskelfasern zu entdecken. Rechts war die Trennung nur angedeutet. Macalister sah die Kostalportion des Latissimus isolirt bis zur Insertion am Humerus, Langer beschreibt einen Fall, wo sich die ebenfalls abgetrennte Kostalportion an die Achselfaszie ansetzte. Bei Ornithorhynchus sind beide Portionen des Latissimus leicht trennbar. Der dorsale, eigentliche Latissimusabschnitt kommt aponeurotisch vom 4.—9. Dorsalwirbeldorn und noch etwas von der Fascia lumbodorsalis, bleibt breit fleischig bis kurz vor die Insertion und setzt sich medial an die Crista pectorodeltoidea derart an, dass die dorsal gelegenen, kranial entspringenden Fasern distal an den Humerus gelangen, die ventral verlaufenden kaudalen Fasern proximal. Die Kostalportion entspringt fleischig von der 7. bis 14. Rippe, u. zw. so, dass die Zacke von der 14. Rippe am meisten ventral gelegen ist, und konvergirt gegen eine schmalkonische Sehne, die sich ventral-medial an den Kranialrand der eigentlichen Latissimussehne anlegt, aber bis zum Humerus isolirbar bleibt. Von dieser Sehne nimmt der Anconaeus V seinen Ursprung. Hier hat also der Costoaxillaris posterior bereits wieder direkte Insertion am Knochen gewonnen. — Normalerweise sind beide Portionen beim Menschen kaum von einander zu unterscheiden, falls nicht etwa die Insertion des Costoaxillaris post. in die Muskelsubstanz des Latissimus erfolgt, und dadurch ein kurzes Stück des letztern durch eine kräftige Schaltsehne vom Hauptteil des Muskels abgetrennt ist. (S. Taf. X, Fig. 1.) Anderseits kann die Insertion des Costoaxillaris post. an der medialen Kurve des faszialen Achselbogens hin allmälig auf dessen Ventralumfang, damit auf die Faszie des Oberarms, auf die Rückfläche der Sehne des Pectoralis maior, selbst bis an den Proc. coracoides proximalwärts gelangen. Testut (1892) bildet auf Taf. IV. Fig. 17 einen derartigen Muskel ab. In solchem Falle haben wir einen musku-

lösen Achselbogen, der als direkte Fortsetzung des Latissimus erscheint, aber in Wahrheit einem gewanderten Bündel des Costoaxillaris post. entspricht und wol zu unterscheiden ist von einem andern muskulösen Achselbogen, der mit einer Zwischensehne vom Latissimus entspringt, ventraler Herkunft ist und daher bei der Pectoralisgruppe mit abgehandelt werden wird.

Während wir also für die äussern Hüft- und Schultermuskeln eine vollkommene Homologie feststellen konnten, sind für die Gruppe der innern Hüftmuskeln an der kranialen Extremität nur imitatorisch homologe Muskeln zu finden. In diesem Sinne dürfen wir Iliacus = Subscapularis, Psoas maior = Latissimus dorsi (Dorsalportion), Psoas minor = Latissimus dorsi (Ventralportion, Thoraciscapularis der Amphibien und Sauropsiden, Costoaxillaris posterior [mihi] der Säuger) setzen.

Für die Homologisirung der Streckmuskulatur des Oberarms und Oberschenkels haben wir leichteres Spiel, da uns hier die Innervation nicht nur, sondern auch die Lageverhältnisse, Ursprung und Ansatz hilfreich zur Seite stehen.

Der Rectus femoris ist homolog dem Anconaeus longus (Cap. long. tricipitis). Der Rectus wird vom 3. und 4. Lendennerven versorgt, der Anconaeus longus von dem 7. und 8. Cervikalnerven; beide Nervenpaare liegen in den antitrop nebeneinander gestellten Plexus identisch. Der Ursprung des Rectus von der Spina ant. inf. ilei entspricht vollkommen dem des Anconaeus long. vom Tuberculum infraglenoidale, der Ursprung des erstern vom Pfannenrand einem gelegentlich etwas auf die Dorsalfläche des Scapulahalses oder auf die Gelenkkapsel übergreifenden Bündel der Anconaeussehne.

Die Vasti lateralis und medialis (incl. Cruralis) sind homolog den Anconaei lateralis bezw. medialis. Für letztere ist die Innervation genauer bekannt als für erstere. Der Anconaeus lateralis ist in der primitiven Stellung der Extremität am Kranialrand gelegen und wird von $C_6C_7(C_8)$ versorgt, indes der Anconaeus medialis seine Nervenzweige aus C_7C_8 erhält. Für die menschlichen Vasti ist bisher nur allgemein eine Innervation aus L_3L_4 festzustellen gewesen, doch zeigen uns Sherringtons experimentelle Untersuchungen, dass bei Macacus

rhesus der ursprünglich am Kranialrand gelegene Vastus medialis von $L_3L_4L_5$, der Vastus lateralis dagegen nur von L_4L_5 versorgt werden. Stellt man die Plexus einander antitrop gegenüber (s. Textfigur 12), so erscheint die Homologie zwar nicht vollkommen, ist aber doch auch nicht als rein imitatorisch zu betrachten.

Die vielfach ventilirte Frage, ob die Patella ein Sesambein in der Quadricepssehne und damit das Homologon der Patella brachialis bei Anuren und einer Reihe von Reptilien (Meckel) ist, oder ob sie als Homologon eines abgelösten Olekranon anzusprechen, dürfte wol unter allen Umständen in dem erstern Sinne zu entscheiden sein.

Das Homologon des Sartorius ist beim Menschen als seltne Varietät, bei einer grossen Reihe von Säugern, besonders auch bei den Affen, normal unter dem Namen eines Anconaeus quintus, Dorsoepitrochlearis oder Latissimocondyloideus bekannt. Dieser Muskel entspringt fleischigsehnig von der Ventralfläche der Sehne, teilweise gelegentlich mit einer Inscriptio tendinea noch von der Muskelsubstanz des Latissimus dorsi, läuft in voller Ausbildung isolirt bis zum Epicondylus medialis hum. und strahlt darüber hinaus teilweise oder ganz dorsalwärts in die Faszie der medialen Vorderarmfläche aus. Bei schwächerer Entwicklung schliesst er sich, wenigstens beim Menschen, früher oder später medial dem Anconaeus longus an, indem seine Fasern einfach mit dessen Masse verschmelzen. Meist erscheint er aber beim Menschen reduzirt auf ein Bündel sehniger Fasern, die wie eine einfache Faszienverdickung vom Distalrand der Latissimussehne in die Faszie medial über dem Anconaeus long. umbiegen. Der Nerv für den Anconaeus V ist regelmässig angeschlossen dem Cutaneus brachii post. sup. vom Radialis aus C_8D_1. Der Muskel entspricht dem Anconaeus coracoideus der Urodelen, bei denen er von der Binnenfläche der Schulterpfanne u. zw. von dem durch das Korakoid hergestellten Ventralrand, unmittelbar neben dem Ventralrand der Dorsalportion des M. subcoracoscapularis, kommt (s. Taf. XI. Fig. 10, *ac.*). Schwindet das Korakoid, so muss der Muskel sich in der Nachbarschaft eine Anheftung suchen und findet sie auf der Sehne des Latissimus d. h. speziell des oben beschriebenen Costoaxillaris-Abschnitts. — Der Sartorius der höhern Säuger besitzt seinen primitiven Ursprung ebenfalls nicht mehr, er ist vielmehr allmälig lateral-

wärts gewandert. Bei den urodelen Amphibien, deren Sartorius relativ kräftig ist, überlagert er das Iliacushomologon und liegt noch stark medial zum Rectus femoris, dabei fast genau so zu Iliacus und Pectineus, wie der homologe Anconaeus coracoideus zwischen Dorsalportion des Subcoracoscapularis, dem Homologon des Subscapularis, und dessen Ventralportion, dem Coracobrachialis brevis profundus (mihi) (worüber Näheres im Folgenden bei Besprechung der Pectoralisgruppe). Auch bei Ornithorhynchus entspringt der Sartorius noch von der starken Eminentia pectinea, der Ansatzstelle des Psoas minor. Denken wir uns in diesem Falle das Pubicum schwinden, so rückt der jetzt insertionslose Psoas minor auf den Psoas maior, der ursprungslose Sartorius ebendahin oder bleibt durch Schaltsehne mit dem Psoas minor in Verbindung: wir erhalten durchaus dasselbe Bild, wie es die homologen Muskeln an der kranialen Extremität zeigen. Wir brauchen auch nur wieder die Verhältnisse bei Ornithorhynchus zu berücksichtigen, wo, wie oben erwähnt, der Anconaeus V teils fleischig von der Sehne der Kostalportion des Latissimus, also unsres Costoaxillaris post., teils mittelst Schaltsehne von dessen Muskelmasse entspringt und als flaches Fleischband über den Epicondylus medialis hum. weg in der dorsalen Faszie im distalen Drittel des Vorderarms endet. — Bei den Anthropoiden kommt der Sartorius ebenfalls noch nicht von der Spina ant. sup., sondern von einer zwischen dieser und der Spina ant. inf. ausgespannten, sehr kräftigen Faserplatte, die wie eine fibröse Verbreiterung des Darmbeins erscheint. — Hinsichtlich der Verschmelzung des distalen Endes des Anconaeus V mit der Sehne oder dem Bauche des Anconaeus longus finden wir für die Homologa an der kaudalen Extremität einen ähnlichen Vorgang bei den Cheloniern, deren Sartoriussehne mit der Rectusinsertion konfluirt (Albrecht).

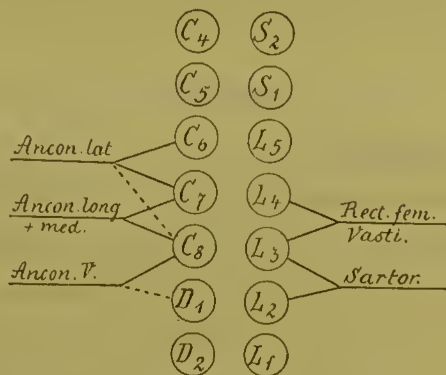


Fig. 12.

Die Nerven des menschlichen Sartorius stammen aus $L_2 L_3$, verlaufen übrigens ebenfalls ganz gewöhnlich mit einem Teil des N. cutaneus fem. anterior zusammen, sodass bei antitroper Gegenüber-

stellung der Plexus die Homologie mit dem Anconaeus V vollkommen erscheint (s. Textfig. 12). WILDER und COUES sind die Einzigen, die diese Uebereinstimmung richtig erkannt haben.

b. Ventrale Muskeln.

Die ventralen Muskelmassen der proximalen Extremitätenabschnitte werden uns bei dem grossen Unterschied in der Konfiguration der ventralen Gürtelpartien erheblich grössere Schwierigkeiten bereiten als die dorsalen. Doch auch hier erweist sich die Beachtung der Nerven als gutes Hilfsmittel. Ventrale Nerven sind an der kranialen Extremität die Thoracici anteriores, ferner Musculocutaneus, Medianus und Ulnaris — an der kaudalen Extremität die Nn. lumbosacrales anteriores (mihi) d. h. Obturatorius (ev. Obturatorius accessorius) und die Nerven für Obturator. internus, Gemelli und Quadratus fem., ferner der N. pectineus, die Nerven für die Flexores cruris und Tibialis. Die Nn. thoracici anteriores entwickeln sich gerade wie die Nn. lumbosacrales antt. in auffallender Weise von der Ventralfläche ihrer Plexus; sie versorgen in der Hauptsache je die Muskulatur, die von dem ventralen Gürtelabschnitt oder der Stelle, wo ursprünglich ein solcher vorhanden war, an den Oberarm resp. Oberschenkel zieht. Wir können daher unmöglich weit neben das Ziel treffen, wenn wir die beiden Nervengruppen und damit natürlich auch die von ihnen versorgte Muskulatur en bloc homolog setzen. Es wäre also die Pectoralisgruppe nebst dem Subclavius homolog der Gruppe der Adductores et Rotatores femoris.

Dem oberflächlich gelegenen Pectoralis maior stehen an der Beckengliedmasse der Adductor magnus und Gracilis gegenüber. Beide bedecken von der Ventralseite her — bei der embryonalen Haltung der Extremität — die übrigen Adduktoren. Die Homologie dieser Muskeln wird einleuchtender werden, wenn wir etwas näher auf den Bau des Pectoralis maior eingehen.

Bei den urodelen Amphibien bezeichnet man als Pectoralis maior ein Paar Muskelportionen, deren eine, die Pars abdominalis, von der Faszie der Bauchmuskulatur, deren andre, die Pars sternalis von der Knorpelplatte des Sternum entspringt; beide inseriren sich an

das Tuberculum maius hum., lateral und ventral zu einer Sehne, die wir vorläufig einmal dem langen Bicepskopfe des Menschen gleichsetzen wollen. Bei den Anuren zählt man noch eine dritte Portion, die Pars epicoracoidea, zu den beiden genannten und ähnlich wie bei den Urodelen entwickelten hinzu; sie entspringt von dem breiten, medialen Knorpelansatz des Korakoids und geht proximal neben die Insertion der Pars abdominalis und mit dieser lateral zu der langen Bicepssehne an den Humerus, indes die Pars sternalis sich medial zu dieser Sehne inserirt. Die Pars epicoracoidea fehlt auch den Urodelen nicht, doch rechnet man sie dort als kaudale Portion dem Supracoracoideus (superficialis mihi) zu; sie wird von der Pars sternalis mehr oder weniger überlagert und setzt sich ebenfalls an das Tuberculum maius lateral zur Bicepssehne, greift aber noch teilweise auf deren Scheide über. Die kraniale Portion des Supracoracoideus superfic. der Urodelen, die ich noch in diese Gruppe einbeziehe, kommt vom medial-kranialen Rand der Korakoidplatte und geht an das Tuberculum mai. humeri (s. Taf. XI, Fig. 6). Das Homologon dieses Muskelabschnittes bei den Anuren ist in seinem Ursprung durch die starke Entwicklung eines ursprünglich darunter gelegenen Muskels, des Coracoradialis, etwas verdrängt auf das Episternum und die Klavikel und heisst daher Episterno-cleido-humeralis;[1] er läuft ventral über den Ansatz der andern Portionen und inserirt sich an die mediale Fläche des Humerus, medial zur langen Bicepssehne. Er enthält augenscheinlich einen Muskel, der bei den Urodelen als ventrale oberflächliche Portion des Procoracohumeralis vom kranialen Ende des ventralen Prokorakoidrandes entspringt und sich an die proximale Ecke des Tuberculum maius ansetzt, unmittelbar neben die Insertion der dorsalen, oberflächlichen Portion des Procoracohumeralis, in der wir bereits das Homologon des klavikularen Deltoides erkannt haben. (Diese Portion ist in Fig. 6 der Tafel XI versehentlich nicht gezeichnet.)

Suchen wir jetzt diese Portionen am menschlichen Pectoralis maior, so sehen wir die Abdominalportion relativ stark reduzirt zur

---

[1]) Die Verdrängung ist ausgezeichnet aus der Fasertorsion im Ursprung zu erkennen.

sog. Rectusscheidenzacke, die Pars sternalis dagegen entsprechend der starken Längenentwicklung des Sternum mächtig verbreitert. Der mediale und kaudale Abschnitt des Korakoids ist geschwunden, die Pars epicoracoidea des Frosches oder die Kaudalportion des Supracoracoideus superfic. der Urodelen ist mit ihren Ursprüngen auf die Rippen übergetreten und zeigt sich in verschieden starker Ausbildung als untergeschobene Kostalportion. Der kraniale Teil des Supracoracoid. superfic. nebst dem ventralen Abschnitt des Procoracohumeralis der Urodelen, oder der Episternocleidohumeralis des Frosches ist, da ein Episternum fehlt, in der Portio clavicularis einschliesslich der vom Manubrium sterni entspringenden Fasermasse zu finden, die zusammen die oberflächliche Lage zu der Insertion der übrigen Teile beibehalten haben.

Die Schwankungen in dem Verhalten des Ansatzes des Pectoralis mai. zu der langen Bicepssehne, die bei den Amphibien relativ gering sind, erscheinen beim Menschen gelegentlich viel auffallender. So sah ich einmal im Dezember 1888 die Sehne der Klavikularportion sich mit etwa vier Fünfteln an die Spina tuberculi maioris, mit dem letzten Fünftel aber an die Spin. tuberc. minoris ansetzen, sodass der lange Bicepskopf aus einem vom Grund der Bicipitalfurche und von beiden Blättern der Pectoralissehne gebildeten Kanal hervortrat; die Insertion der ganzen Portio sternocostalis erfolgte nicht direkt an den Knochen, sondern in die Faszie über dem kurzen Bicepskopf und Corabrachialis. Aehnlich fand v. Bischoff bei Hylobates leuciscus beide Köpfe des Biceps „mitten durch die Ansatzsehne des Pectoralis mai.“ hindurchgehen. — Die Insertion in die Faszie wird sehr oft vom Pectoralis in ausgiebiger Weise benützt, und man vermag daraus die Art, wie die Einrollung des kaudalen Muskelrandes zustande gekommen, mit einer gewissen Sicherheit abzuleiten. Die am weitesten kaudal gelegenen Ursprungsfasern, also wesentlich die Rectusscheidenzacken, inseriren sich gewöhnlich am weitesten proximal an den Humerus, in extremen Fällen erscheinen sie als gesonderter Muskel, dessen Sehnenfasern über die Faszie hin den Proc. coracoides erreichen. Dieselbe Portion zeigt seltener eine diametral entgegengesetzte Insertion am Epicondylus medialis hum. und am Lig. intermusculare mediale (als M. chondro- oder sternocostoepitrochlearis aut.). In einem solchen

von mir bei einem sehr muskulösen Individuum beobachteten Falle war diese Sehne der eine Schenkel eines langgezogenen Sehnenbogens, der von der Spina tuberculi maioris und der hier normal angehefteten Klavikularportion sich in der Oberarmfaszie über langen und kurzen Bicepskopf, sowie über das Nerven- und Gefässbündel herüberbrückte.[1]) An diesem Sehnenbogen sass proximal auch der grösste Teil der Sternokostalportion des Pectoralis an, aber, was eben das auffälligste war, der ganze Pectoralisansatz zeigte keine Torsion der Fasern, er war entlang dem Sehnenbogen aufgerollt. Es muss dies wol als ursprüngliche Insertionsform angesehen werden; zieht die längste Portion ihre Sehne vom Epicondylus medial. proximalwärts zurück, so wird dies nach den gegebenen Verhältnissen nur unter den Hauptmuskel geschehen können, und es muss daraus eine Einrollung des kaudalen Muskelrandes, besonders gegen die Insertion hin, resultiren.

Ein Uebergreifen der Pectoralisinsertion auf den Vorderarm ist beim Menschen nicht beobachtet, sodass uns schon dadurch eine volle Homologisirung eines Teiles des Pectoralis mit dem auf den Unterschenkel übergreifenden Gracilis erschwert wird. Doch ist anderseits das Vorkommen einer Insertion in die Vorderarmfaszie bei einer Reihe von Säugern z. B. Cetaceen (Meckel), Schwein, Katze (Testut) nachgewiesen u. zw. teils von den abdominalen Zacken, teils von oberflächlichen Portionen der Pars sternocostalis. Dieser letztere Befund führt uns zugleich auf eine noch zu berücksichtigende Eigentümlichkeit des Gracilis hin, die bei Mensch und Affen wenig, bei den Beutlern sehr ausgeprägt ist, bei den urodelen Amphibien und bei Ornithorhynchus ihre höchste Ausbildung zeigt. Der Gracilis überlagert da nämlich als breite Platte die ganze Adduktorenmasse ventral, indem der Ursprung die ganze Länge der Symphysis ischiopubica (bei den Urodelen), bei Ornithorhynchus auch noch den grössern Teil der Aussenfläche des Beutelknochens einnimmt. Da nun der Beutelknochen ebenso wie das Epipubis der Urodelen, das Sternum und Episternum insofern gleichwertige Bildungen sind, als sie sicher nicht von den Extremitätengürteln aus, sondern in der eigentlichen Rumpfwand ent-

[1]) Die Vena basilica und der N. cutan. brach. medius traten dorsal zu dem Sehnenbogen durch die Faszie.

stehen (GÖTTE, WIEDERSHEIM u. A.), das Uebergreifen der Extremitätenmuskulatur dahin also zweifellos als sekundär erworben anzusehen ist, — da ferner echte Verdoppelungen der Sternokostalportion des Pectoralis auch beim Menschen des öftern festgestellt sind, übrigens auch in dem von mir oben ausführlicher beschriebenen Falle oberflächliche und tiefe Bündel an dem absteigenden Teile des Sehnenbogens gut gegeneinander abgesetzt waren, so brauchen wir kaum zu zögern, die kaudalen oberflächlichen Teile der Sternal-, besonders aber die Abdominalportion des Pectoralis maior dem Gracilis zu homologisiren.[1]) Die Insertion der genannten Pectoralisbündel an den Epicondylus medialis (oder ulnar in die Vorderarmfaszie) bewahrt zu den in die Ellenbeuge eintretenden Blutgefässen die gleiche Lagerung wie der Gracilis zu den in die Kniekehle gehenden Schenkelgefässen. Abduzirt man in solchem Falle den Arm rechtwinklig vom Rumpf, so stellt der Chondroepitrochlearis den kaudalen Konturmuskel des Oberarms dar, wie bei rechtwinkliger Abduktion des auswärts gerollten Beines der Gracilis den kranialen Kontur bildet.

Die Innervation spricht zu Gunsten einer vollkommenen Homologie, denn die kaudalen Teile des Pectoralis mai. werden von $(C_7)\,C_8\,D_1$ versorgt, der Gracilis von den symmetrisch gelegenen L_2L_3.

Der übrige Pectoralis maior würde dann dem Adductor magnus zu vergleichen sein mit Einschluss des Adductor minimus HENLE (s. profundus [mihi]). Der menschliche Adductor ist für einen eingehenderen Vergleich ungeeignet, da er in Anpassung an die aufrechte Stellung zu einer ziemlich einheitlichen Masse zusammengeschmolzen erscheint. Dagegen ist bei Anthropoiden noch eine völlige Sonderung der Einzelportionen anzutreffen. So finde ich beim Gorilla bei Betrachtung des Schenkels von der Rückseite folgende Portionen (Taf. XI, Fig. 5): a) längste; von der ventralen Hälfte des Tuber ischii, medial dem Semimembranosusursprung angeschlossen; in toto torquirt, indem die lateral entspringenden Fasern sich distal, die medialen sich

---

1) Wenn TESTUT mit PERRIN u. A. das Homologon des Chondroepitrochlearis (WOOD) in dem Tensor plicae post. alae der Vögel sieht, so ist das ein entschiedener Irrtum, denn dieser Muskel wird von dorsalen Nerven wie der Serratus, jener aber von ventralen wie der Pectoralis versorgt.

proximal und vor (ventral zu) den vorigen auf den Condyl. medialis fem. und an das Ende des Lig. intermusculare mediale ansetzen; — b) von ganzer Länge der Rr. inff. pubis et ischii und noch etwas vom Tuber; Ursprung von a) lateral überlagert; parallelfasrig an 3. und 4. Fünftel der Linea aspera, noch etwas auf das Planum popliteum übergreifend; — c) von ganzer Höhe der Symphyse in ventraler Fortsetzung der Ursprungslinie von b), unter dem Gracilisursprung; parallelfasrig an mittles Drittel des Lab. mediale lin. asp. zwischen b) und Adductor longus; — d) Adductor minimus s. profundus; überlagert durch b) und c) von der Symphyse und vom Ram. inf. pubis; die Insertion am Schenkel greift weit lateralwärts bis gegen den proximalen Teil des Lab. laterale lin. asp. und überlagert zum Teil den Ansatz des Adductor brevis und Quadratus femoris.

Es hat nun keine Schwierigkeit diese 4 Portionen am Pectoralis maior wiederzufinden und dann a) homolog der P. clavicularis nebst den kranialen Bündeln der P. sternalis bis zum 2. Rippenknorpel,[1]) b) + c) homolog der übrigen P. sternalis, d) homolog der untergeschobenen P. costalis zu setzen — wobei allerdings für alle Portionen des Adduktor eine Verschiebung der Insertion medianwärts zur Bicepsgruppe anzunehmen ist, die beim Pectoralis mai. erst in die Augen springt, sobald die Insertion auf dem Oberarm stärker distalwärts herabgreift.

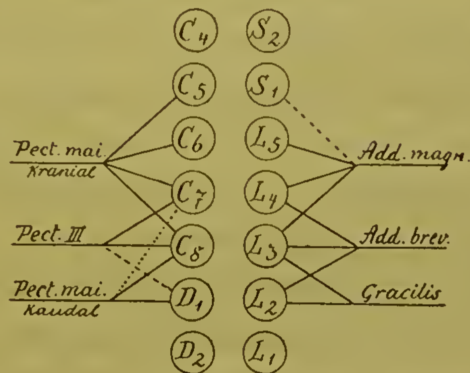


Fig. 13.

Die Innervation des Pectoralis maior wird normal von (C_5) C_6—C_8 (D_1) besorgt, im speziellen von (C_5) C_6 C_7 für die P. clavicularis und die P. sternalis bis zur 2. Rippe; der Adductor magnus wird von L_3—L_5 (S_1) innervirt, im speziellen

[1]) Man findet oft bei sehr muskelkräftigen Individuen die Trennung der Pectoralisportionen erst an dieser Stelle, nicht zwischen P. clavicularis und sternalis, und würde diese Sternoclavicularportion als Homologon des kranialen Supracoracoideusabschnitts der Urodelen zu betrachten haben, zumal auch die zugehörigen Zweige der Nn. thoracici antt. sich in charakteristischer Weise von den übrigen absondern.

die längste P. ischiadica von $L_4L_5(S_1)$, sodass auch hier die Homologie eine vollkommene ist (s. Textfigur 13).

Ich schalte hier einige Bemerkungen ein über den Bau des Adductor magnus, veranlasst durch die neueste Arbeit RUGES „Varietäten im Gebiete der A. femoralis des Menschen. Der Gefässkanal im Adductor magnus“ (Morphol. Jahrb. Bd. XXII, pg. 161), die mir durch die Liebenswürdigkeit des Verfassers soeben zugeht nach bereits begonnener Drucklegung dieser Abhandlung. RUGE sagt da (pg. 170): „Die normale Art. femoralis des Menschen passirt beim Uebergange in die A. poplitea den sog. Adduktorschlitz, der, wie bekannt, im Bereiche des Adductor magnus sich befindet. Der als A. poplitea fortgesetzte Endast der Femoralis passirt indessen bei den meisten Primaten nicht einen abgeschlossenen Kanal, der dem M. adductor magnus zugehört, sondern die Lücke zwischen zwei selbständigen Muskeln. Der eine dieser Muskeln ist ein M. adductor magnus, aber nur dem Teile des menschlichen Muskels homolog, welcher an der Linea aspera Befestigung findet. Der andere Muskel, welcher die Art. poplitea niederer Primaten begrenzt, liegt medial und nach hinten. Er ist ein Glied der Flexorengruppe. Er wird vom Plexus ischiadicus innervirt, indessen der Adductor magnus dem N. obturatorius zufällt. Die Poplitea erreicht also zwischen Adduktoren und Flexoren die Kniekehle. Am Sitzbeine berühren sich die Ursprungsflächen beider Muskeln. Die Bäuche liegen am ganzen Oberschenkel an einander. Diese Nachbarschaft leitet eine Verwachsung der Muskeln ein, die stellenweise, namentlich proximal, nur eine innigste Aneinanderlagerung genannt werden kann. In der proximalen Umgebung der A. poplitea wird die Verlötung der Muskelendsehnen bei Catarrhinen eingeleitet. Bei Anthropoiden ist derjenige Teil des Flexor zur Endsehne umgestaltet, welcher die Art. poplitea begrenzt, und zeigt Verhältnisse, wie sie vom Menschen bekannt sind.“ — „Beim Menschen kann der muskulöse Teil des Musculus flexor verschwinden; er kann aber auch erhalten sein, selbst als ein stattliches Gebilde, welches dann den vom N. ischiadicus versehenen, hinteren Teil des Adductor magnus vorstellt. In allen Fällen erhält sich beim Menschen die Endsehne des genannten Flexor in dem Sehnenstrange, welcher den Adduktorenschlitz medial abschliesst“ —. „Der Adduktorschlitz ist auch beim Menschen

ein Canalis adduct.-flexorius." — „Der der A. poplitea benachbarte Flexor gelangt noch bei verschiedenen Catarrhinen ähnlich dem Musc. semitendinosus und Musc. semimembranosus zum Unterschenkel. Es ist mir gelungen, alle wesentlichen Zustände wahrzunehmen, welche zwischen einer Insertion an der Tibia und am Condylus medialis femoris bestehen können." — „Die Doppelnatur des menschlichen M. adductor magnus erhellt aus der bekannten Innervation durch Aeste des Obturatorius und des Ischiadicus." — Auf dieser „Diploneurie" des Muskels also beruht Ruges Annahme, dass der Adductor magnus aus einem Adduktor und einem ursprünglich die Tibia erreichenden Flexor sich zusammensetze. Im Weiteren stellt Ruge noch die bisher bekannten Befunde an Primaten nebeneinander, um seine Ansicht zu stützen. Er bezieht sich dabei auch auf meine Notizen über den Gorilla, die ebenfalls auf die Natur des Adduktorschlitzes als eines Canalis adductorio-flexorius schliessen liessen, wennschon ich diesen Schluss nicht gezogen und nicht scharf zwischen einer Portio obturatoria und einer P. ischiadica des Adductor magn. unterschieden habe, wie Kohlbrügge es bei Hylobates thut. Ich muss die Unvollständigkeit meiner damaligen Angaben zugestehen, die wesentlich dadurch bedingt wurde, dass ich die Myologie nicht mit abhandelte, weil ich noch andre mir zur Verfügung gestellte Anthropoide bearbeiten wollte. In meinen auf den Adductor magnus bezüglichen Aufzeichnungen hatte ich anfangs auch einen Obturatorius- von einem Ischiadicusabschnitt getrennt, konnte diese Sonderung aber nicht aufrecht erhalten u. zw. aus folgendem Grunde. Auf beiden Seiten meines Gorilla war der Adductor magnus gleich gebaut, wie es Taf. XI, Fig. 5 dieser Abhandlung zeigt und oben beschrieben ist. Rechts wurde die hintere, längste Portion a vom Plexus ischiadicus, speziell vom Nerven für den Semimembranosus aus versorgt, erhielt aber noch einen Zweig des N. obturatorius, links war a eine reine Portio ischiadica, aber der in sie eintretende Nerv ging zum Teil hindurch und versorgte noch die davor gelegene Portion b, die ausserdem vom N. obturatorius versehen wurde. Die Möglichkeit, eine Portio obturatoria und eine P. ischiadica auseinanderzuhalten, hört also auf, denn rechts ist die Portio a diploneur, links haploneur, dafür aber die den Adduktorschlitz lateral begrenzende Portio b diploneur. Ich kann daher Ruge in seiner Auf-

fassung des Adduktorschlitzes als eines Canalis adductorio-flexorius nicht beistimmen, um so weniger, als das von mir bisher gesammelte vergleichende Material mir auch nicht den geringsten Anhalt dafür zu bieten scheint. Ruges Mitteilung über eine Wanderung der Insertion der längsten Adduktorportion von der Tibia auf den Condylus medialis fem. bei Catarrhinen ist meiner Ueberzeugung nach, was das Thatsächliche anlangt, richtig, — doch könnte die Wanderung der Insertion auch umgekehrt, distalwärts, stattgefunden haben.

Bei Menopoma besteht die als Adductor magnus-Homologon zu bezeichnende Abteilung der starken Adduktorenmasse aus einem längern Abschnitt, der breit von der Ischiumhälfte der Symphysis ischiopubica entspringt und sich proximal von den Femurkondylen breit an das Planum popliteum ansetzt — und einem kürzern, der vom vorigen zum grössten Teil bedeckt ebenfalls vom Ischium neben der Symphyse kommt und im Ansatz sich dem längern Abschnitt proximalwärts anschliesst bis gegen den Trochanter minor. Beide werden von metazonalen Nerven versorgt, die auch noch durch die längere Portion hindurch an die dem Adductor longus und Gracilis der Säuger zu homologisirenden Muskeln gehen, und beide grenzen im Ursprung kaudalwärts an den starken M. ischiotibialis, das Homologon des Semitendinosus und Semimembranosus der Säuger. Ein Gefässschlitz fehlt vollständig.

Bei Ornithorhynchus lässt der Adductor magnus nach meinen Beobachtungen zwei Portionen unterscheiden: eine kleinere, kaudale entspringt vom Ram. inf. ischii, zum Teil noch vom Ursprung des Semimembranosus überlagert, — eine kräftigere kommt von der Symphyse und noch von der Basis des Beutelknochens. Sie wird von der erstern getrennt durch Aeste des N. obturatorius. Beide Portionen setzen sich vereint fleischig-sehnig an das Tuberculum adductorium des Condyl. medialis fem. und von da distalwärts noch bis in die Kniegelenkskapsel, aber nicht bis an die Tibia. Die ganze Insertion liegt medial zur Art. poplitea. Ein Gefässdurchlass ist vorhanden, aber in der Insertion des Adductor longus, der von der Eminentia pubica entspringt und sich an einen grossen Sehnenbogen ansetzt. Der letztere spannt sich von der Mitte des Femur zu der starken fleischig-sehnigen, proximal vom Tubercul. adductor. befindlichen Hauptinsertion des

Muskels. — Die Innervation bietet manches Interessante. Der N. obturatorius versorgt beide Portionen des Adductor magnus, nachdem er Zweige an Adductor longus und brevis gesandt, geht dann durch den Add. magnus und endet teils in dem gewaltigen Gracilis, teils aber in dem Semimembranosus. Dadurch wird dieser diploneur, denn er erhält ausserdem in der Nähe seines Ursprungs Zweige von dem metazonalen N. tibialis her.

Bei den Marsupialiern scheinen sehr variable Verhältnisse in der Adduktorengruppe vorzuliegen. Bei Didelphys philander und D. cancrivora, die ich untersuchte, erscheinen die Adduktoren ventral als zusammenhängende Masse, die sich aber von der Dorsalfläche her bequem trennen lässt. Am Adductor magnus unterscheidet man leicht zwei Portionen: die längere kommt vom Puboischium fleischig, etwa in ventraler Fortsetzung des Semimembranosusursprungs und geht breit und fleischig an den Condylus medialis fem. dorsal; — die kürzere entspringt sehnig von der gleichen Stelle, aber tiefer und bedeckt von der vorigen, und setzt sich dorsal etwa in der Mitte an das Femur. Zwischen beiden Portionen tritt durch einen breiten, dreieckigen Spalt der Adductor longus, um sich fast in ganzer Breite des freigelassenen Femurstücks bis dicht über das Kniegelenk an das Planum popliteum zu inseriren. Die grossen Schenkelgefässe gelangen zwischen der langen Portion des Adductor magnus und dem Adductor longus in die Kniekehle. — Bei Thylacinus cynocephalus kommt nach Cunningham der Adductor magnus vom Tuber ischii, bedeckt von Gracilis und Semimembranosus und setzt sich an die distalen zwei Drittel der Hinterfläche des Femur und fleischig auf den Condyl. medialis. Die Insertion rückt tiefer herab als die des Adductor longus — den Cunningham allerdings Add. brevis nennt —, aber wird ebenso wie die des Letztern von den grossen Gefässen durchbohrt. Bei Cuscus fehlt nach demselben Autor der Adductor longus. Der Adductor brevis setzt sich in der ganzen Länge des Femur von Trochanter minor distalwärts an und greift mit einem sehnig auf dem Condylus medialis endenden Sehnenbogen über die Schenkelgefässe. Der Adduct. magnus entspringt vom Arcus pubis bis zum Tuber ischii und inserirt sich an das distale Drittel des Femur, aber proximal zu den Schenkelgefässen.

Hinsichtlich der Innervation berichten Cunningham und Wilson

übereinstimmend, dass der ganze Adductor magnus bei den Beutlern von dem (metazonalen) Nerven für die Rotatores fem. versorgt wird. Ich konnte das Gleiche bei Didelphys feststellen, wo der Rotatorennerv mit Ausnahme des Zweiges für den Obturator internus, unter den Gemelli und dem Quadratus fem. weg an beide Portionen des Adductor magnus gelangt.

Nehmen wir zu diesen Beispielen aus der vergleichenden Anatomie noch WILSONS Beobachtung am Menschen, wo der Nerv des Quadratus fem. den proximalen Abschnitt des Adductor magnus von dessen Ventralfläche her 2 Zoll breit versorgte, so haben wir wol allen Grund, die Bedeutung der Diploneurie für den Adductor magnus, die RUGE befürwortet, abzulehnen. Die diploneure Versorgung eines Muskels gewinnt erst dann morphologisch-diagnostischen Wert, wenn in einem scheinbar einheitlichen Muskel zwei Nerven aus den beiden Hauptschichten des Plexus, also ein dorsaler und ein ventraler Nerv eintreten. Beim Adductor magnus handelt es sich aber stets um ventrale Nerven, die nur in verschiedenen Bahnen verlaufen können. Ich vermag dementsprechend die Absonderung der sog. Portio ischiadica des Adductor magnus als eines ehemaligen Flexor nicht anzuerkennen — wir finden weder bei den urodelen Amphibien noch bei den niedern Säugern einen Anhalt dafür, — und sehe in dem Spalt für den Durchtritt der A. femoralis in die Kniekehle einen Adduktorenschlitz, nicht einen Canalis adductorio-flexorius. —

Um nun weiter eine befriedigende Vergleichung der tiefen normalen und abnormen Muskeln der Pectoralisgruppe mit den übrigen Adduktoren des Schenkels durchführen zu können, müssen wir zunächst wieder versuchen, an der Hand der primitiven Verhältnisse bei Amphibien die tiefe Pectoralisgruppe zu analysiren.

Am weitesten differenzirt fand ich die hierher gehörigen Muskeln bei Menopoma, viel weiter als bei Salamandra maculosa. Es gelang mir da ohne Schwierigkeit die im folgenden geschilderten Muskeln von einander zu trennen, ohne mir den Vorwurf einer Künstelei machen zu brauchen (vergl. Taf. XI, Figg. 6—8). — Nach Abhebung des Pectoralis maior und der beiden früher erwähnten Portionen des Supracoracoideus superficialis erscheint, von des Letztgenannten kranialer Portion

fast ganz überlagert, der Coracoradialis proprius, ein grosser Muskel, dessen Fasern gegen das Tuberculum mai. hum. konvergiren; da wird er sehnig, um sich teils mittelst breiter Sehnenplatte medial-proximal an das Tuberculum und an die Sehne eines lateral zu (und partiell unter) ihm gelegenen Muskels (Supracoracoideus profundus) zu heften, teils eine starke runde Sehne distalwärts an das Collum radii zu schicken. Der Insertion nach wäre der Muskel mit dem Biceps der Säuger zu vergleichen, doch hält Fürbringer eine derartige Annahme für unzulässig. Wie weit wir ihm darin folgen können, werden wir später sehen. — Stellt man den Coracoradialis von Salamandra, der zwar im Ganzen das gleiche Bild bietet, aber etwas tiefer liegt, und den der anuren Amphibien, wo er unter Auseinanderdrängung der beiden Supracoracoideusportionen zum Teil ins Niveau des Pectoralis gerückt, neben den Befund bei Menopoma, so ist die Tendenz des Muskels, an die Oberfläche zu gelangen, unverkennbar. Wir werden damit zu rechnen haben.

Sämtliche folgende Muskeln bilden eine tiefere Schicht als der Coracoradialis. Gegen den Kaudalrand, aber noch breit von der Fläche der Korakoidplatte entspringt der Coracobrachialis superficialis (brevis aut.) und inserirt sich medial zur Coracoradialissehne an den hier flach rinnenförmig vertieften Humerus. Eine kraniale, als besonderer Muskel nicht charakterisirte Portion erreicht die proximale Ecke des Tuberculum maius und die Sehnenplatte des Coracoradialis. — Gegen den Kranialrand des Korakoids kommt von dessen Fläche, ferner von der Faserplatte zwischen Korakoid und Prokorakoid und noch von der Wurzel des letztern ein Supracoracoideus profundus maior, dessen Sehne, teilweise verschmolzen mit der Sehnenplatte des Coracoradialis, proximal an das Tuberculum maius geht, dicht ventral und medial zur Insertion des (dorsalen) Procoracohumeralis. Bei Salamandra liegt der Muskel lateral neben dem Coracoradialis und es fehlt ihm zugleich die tiefe Portion, der Supracoracoideus prof. minor, der, etwas kürzer als der Supracor. prof. mai., nur von der Korakoidplatte, kranial zum Nervenloch entspringt, unmittelbar auf der Gelenkkapsel liegt und mit seiner Insertion an dem höchsten Punkt des Tuberculum maius etwas unter den Ansatz des Procoracohumeralis greift. Beide Portionen sind bei Rana als Teile des Episterno-cleido-acromio-

humeralis vorhanden, u. zw. der Supracorac. prof. mai. als Acromiohumeralis anterior, der minor als Procoracohumeralis von dem lateralen Drittel der Klavikel.

Noch tiefer liegt der Ursprung des Coracobrachialis longus, eines mächtigen Muskels. Er entspringt vom Kaudalrand des Korakoids lateral bis gegen den Pfannenrand und setzt sich medial an den Humerus in dessen distalen 3 Fünfteln bis herab zum Epicondyl. medialis, ferner an einen Sehnenbogen, der die Nerven im Kubitus überbrückt, und endlich im distalen Drittel des Oberarms an die Sehne des Coracoradialis proprius und mit ihr, sie wesentlich verstärkend, in die Kapsel des Kubitalgelenks, an den Rand des Radiusköpfchens, von da auch noch Fasern volar nach der Ulna abspaltend. Ein Bündel lässt sich leicht vom lateralen Rand des Muskels isoliren und geht medial-dorsal zur Coracoradialissehne an den Humerus. Bei Salamandra setzt sich der ganze Muskel ebenfalls medial zur Coracoradialissehne an, bei Rana erreicht der homologe Muskel die distale Hälfte des Humerus nicht und inserirt sich ebenfalls einfach an den Knochen. — Ein Coracobrachialis brevis, zum grössten Teil von dem Coracobrachialis superficialis überlagert, lässt zwei Portionen sondern: eine oberflächliche kommt von der lateralen Hälfte des kaudalen Korakoidrandes und deckt noch mit einem Zipfel des Ursprungs einen Teil des Coracobrachialis longus ventral; sie inserirt sich, zu drei Vierteilen gedeckt durch den Ansatz des Coracobrachialis superfic. medial an den Humerus. Eine tiefe, kleinste Portion entspringt nur vom Kaudalrand der Gelenkpfanne medial und von der Gelenkkapsel und schiebt sich mit der Insertion noch weiter medial und dorsalwärts bis gegen den Ansatz des Subcoracoscapularis (Dorsalportion). Diese tiefste Portion greift bei den Anuren mit ihrem Ursprung auch noch auf die Binnenfläche des Korakoids über.

Versuchen wir diese Muskeln der Amphibien am Schultergürtel des Menschen und der Säuger wiederzuerkennen, so wird ausser dem Pectoralis minor und Subclavius eine Anzahl typisch sich wiederholender Anomalien dieser Gegend zum Vergleich herbeigezogen werden müssen. Anderseits werden wir uns stets daran zu erinnern haben, welche Möglichkeiten beim Schwund der Korakoidplatte für die darauf befindlichen Muskelursprünge hinsichtlich der Gewinnung einer neuen Anheftung geboten werden: je weiter medial der Muskel auf der Korakoidplatte

entsprang, desto leichter wurde es ihm, einfach auf den Thorax überzutreten; je weiter lateral aber gegen das Schultergelenk hin der Ursprung gerückt war, desto grösser war für den Muskel der Abstand vom Thorax, desto näher lag es für ihn seine neue Anheftung an der Achselfaszie, an benachbarten Muskeln, an der Gelenkkapsel, oder deren nächster Umgebung zu bewerkstelligen. Viel leichter wird es, wie wir sehen werden, die Muskulatur des Amphibienkorakoids mit der des Puboischium der Säuger zu vergleichen.

Eine häufige Anomalie sind die „Epigastric slips“ Perrins, mehr oder weniger gut isolirte, etwa von der 4.—6. oder 7. Rippe entspringende Muskelbündel, die sich oft mit den Abdominalzacken des Pectoralis maior vereinigen und unter des letzteren Kaudalrand nach dem proximalen Teil des Oberarms gelangen. Diese Bündel sind als selbständiger Muskel beim Menschen gelegentlich, konstant bei den Anthropoiden und einer grössern Anzahl andrer Säuger, ganz besonders bei den Marsupialiern (Cunningham) vorhanden. Ein solcher Pectoralis tertius (quartus Macalister, Cunningham, andre englische Autoren) entspringt zum Unterschied von andern überzähligen Muskeln zwischen Pectoralis mai. und min. stets von weiter kaudal gelegenen Rippenknorpeln als der Pectoralis minor. Die Sehne setzt sich gewöhnlich distal vom Proc. coracoides in die Faszie über dem Coracobrachialis und kurzen Bicepskopf, geht aber manchmal auch vollständig in die Unterfläche der Sehne des Pectoralis maior über oder erreicht die Spitze des Proc. coracoides. Im letztern Falle ist es dann ein M. costo- oder chondro-coracoideus, wie ihn z. B. Perrin bei Sciurus zeichnet. Bei den Beutlern mit ganz kurzem Proc. coracoides inserirt sich der Muskel an den proximalen Teil der Spina tuberculi maioris. In dem variablen Ansatz der Sehne bekundet sich deutlich ein Bestreben medianwärts zu rücken. (Vergl. Taf. X, Fig. 1, *2* und Fig 2, *3*.)

Birmingham, der sich eingehend mit dem Pectoralis tertius beschäftigt hat, weist dessen Homologisirung mit dem Dorsoepitrochlearis (Wood) auf Grund der abweichenden Innervation zurück, will ihn aber auch nicht mit Humphry und Cunningham als einen Teil des Panniculus carnosus, mit dem zusammen er sich gewöhnlich inserirt, betrachtet wissen, da er bei Vorhandensein eines starken Panniculus von

diesem überlagert wird. Er hält ihn vielmehr mit Owen für ein abgespaltenes Bündel des Pectoralis maior. — Unser Muskel stellt nun aber nicht etwa nur die abgetrennte Kostalportion des Pectoralis mai. dar, denn ich fand beim Menschen und ganz besonders beim Gorilla neben einem wolentwickelten Pectoralis III und durch einen ansehnlichen Zwischenraum davon getrennt, starke Kostalursprünge des Pectoralis maior vor. Wir werden uns daher nach dem Voraufgegangenen dahin entscheiden zu sagen: Der Pectoralis III ist beim Menschen normalerweise rudimentär und der Abdominal- oder Kostalportion des Pectoralis mai. assimilirt, kann aber gelegentlich als atavistische Rekapitulation eines bereits bei den Urodelen als Coracobrachialis superficialis, bei Nagern und Beutlern als Pectoralis III (od. IV s. chondrocoracoideus) konstant vorhandenen Muskels wieder isolirt erscheinen.

Der Coracobrachialis superficialis der Urodelen allein ist es seinen Lagebeziehungen nach, der dem Pectoralis tertius verglichen werden kann. Sein Homologon an der Beckengliedmasse würden wir in einem Muskel suchen müssen, der unmittelbar vor dem Adductor profundus s. minimus gelegen ist und vom Puboischium medial-kranial entspringt. Dafür kommt nur der Adductor brevis in Frage. Dieser wird aus L_2 L_3 L_4 versorgt, der Pectoralis III aus C_7 C_8 und wahrscheinlich auch aus D_1, sodass bei antitrop gegenübergestellten Plexus eine vollständige Homologie ins Auge fällt.

Kranialwärts von dem Pectoralis tertius ist vielfach ein anomaler kleiner Muskel beobachtet, der Pectoralis minimus (Gruber), der stets zwischen Pectoralis maior und minor eingeschoben erscheint. Ich fand ihn sowol von den Knorpeln der 1. und 2. Rippe und der Faszie des 2. Interkostalraumes bis an das Manubrium sterni, als von der 3. und 4. Rippe kommen. Die Insertion ist verhältnissmässig sehr unbestimmt; sie erfolgte in einem Falle an die Ursprungssehne des kurzen Bicepskopfes, an den Lateralrand des Proc. coracoides über den Ansatz des Pectoralis minor hinweg und verlief auch noch in das Lig. coracoacromiale; in andern u. zw. den häufigeren Fällen setzt sich die platte Sehne einfach an die Faszie, die vom Proc. coracoides auf den Biceps herabsteigt. — Der Muskel ist als starke Fleischmasse von Cunningham bei Thylacinus und Cuscus beschrieben, aber auch bei

andern Beutlern z. B. Phalangista cavifrons, Macropus mai. und min. (Cuvier und Laurillard) und Phascolomys wombat (Macalister) nachgewiesen. Er schickt da seine Sehne über die des Pectoralis minor hinweg an das Tuberculum maius hum. und etwas an dessen Spina.

Sein Homologon unter den Korakoidmuskeln der Urodelen sehe ich in dem Coracoradialis proprius bis zu dessen aponeurotischer Insertion an das Tuberculum maius hum., also ohne die lange Sehne. Der Muskelbauch des Coracoradialis hat demnach allerdings nichts mit dem Biceps der Säuger gemein, abgesehen von den Monotremen; wenigstens scheint mir der Epicoracoradialis des Ornithorhynchus ganz dem Coracoradialis zu entsprechen. — Das Aufgeben der direkten Beziehung zwischen Muskelbauch und Endsehne, wobei der erstere eine neue Insertion gewinnt, während die letztere als Bauch erhalten bleiben kann, ist uns nichts Auffallendes; wir werden es sogleich noch bei einem andern Muskel dieser Gruppe, bei dem Pectoralis minor, antreffen. Der Coracoradialis besitzt bei den Urodelen bereits eine Nebeninsertion (Ankerung) am proximalen Teile des Tuberculum maius bezw. an der Sehne des Supracoracoideus prof. maior. Mit dem Schwund der Korakoidplatte, der dadurch gegebenen freieren Beweglichkeit des Schultergürtels und mit der veränderten Stellung der freien Extremität ist augenscheinlich eine Erschwerung der Funktion für den Muskel eingetreten, die ihn zunächst als Beuger des Vorderarms überflüssig machte. Er behielt aber Bedeutung für die Adduktion bezw. Rotation des Oberarms und war damit noch nicht vollständig auf den Aussterbeetat gesetzt. Erst mit der gewaltigeren Entwicklung des Pectoralis maior (und minor) wurde er ganz entbehrlich, schwand oder verschmolz seine Rudimente mit dem darunter liegenden Pectoralis minor. Die lange Endsehne blieb als Ligament zwischen der Schultergelenkskapsel und dem Radius erhalten, da sie ja auch noch einem Teil des Coracobrachialis longus Anheftung bot. Doch wollen wir darauf erst später bei der Besprechung der Bicepsgruppe eingehen, wenn auch vorläufig schon angedeutet werden muss, dass ein Homologon des Pectoralis minimus an der kaudalen Extremität nicht existirt, wol aber der Biceps fem. in seinem langen Kopfe als Homologon des Coracoradialis proprius der Amphibien zu gelten hat.

Den Pectoralis minimus als Homologon des Sternocoracoideus der

Vögel und Reptilien anzusehen, (SABATIER, TESTUT) ist unzulässig, da das Korakoid der Vögel nicht dem Proc. coracoides der Säuger, sondern der kaudalen Korakoidspange der Anuren bis an den Proc. acromialis, also dem Kaudalrand und der dem Schultergelenk benachbarten Partie der Korakoidplatte der Urodelen entspricht. Das Homologon des Sternocoracoideus werden wir im folgenden auch noch kennen lernen.

Der Pectoralis minor hat seine Insertion an dem Proc. coracoides erst sekundär erworben. Dafür haben wir einmal den Beweis darin, dass bei Säugern mit rudimentärem Proc. coracoides, besonders wieder bei Beuteltieren und Nagern, aber auch bei Carnivoren u. A. die Sehne an den Humerus, speziell an den Teil des Collum anatomicum zwischen Ventralecke des Tuberculum maius und Gelenkfläche geht, — dann aber kennen wir in der menschlichen Anatomie eine Reihe von Varianten zwischen der normalen, vollständigen Insertion an den Proc. coracoides und der (seltenen) an der genannten Humeruspartie, wobei die Sehne des Pectoralis min. über die Mitte des Proc. coracoides in einem Schleimbeutel zwischen beiden Schenkeln der Lig. coracoacromiale hindurch verläuft. Somit kann ein Zweifel darüber nicht bestehen, dass die Sehne des Pectoralis min., als die Muskelwirkung auf den Humerus entbehrlich geworden, auf den Schultergürtel aber noch mit Vorteil verwendbar war, sich definitiv auf den Proc. coracoides festheftete, indes das Endstück zwischen Proc. coracoides und Humerus als (ein Teil des) Lig. coracohumerale bestehen blieb (BLAND SUTTON, G. BRODIE).

Das Homologon des Pectoralis minor am Urodelenschultergürtel ist aus den Lagebeziehungen des Pectoralis minimus zum Pect. minor aufzufinden. Der Supracoracoideus profund. maior inserirt sich an die höchste Partie des Tuberculum maius, ventral zu und etwas überlagert von dem Teil der Prokorakoidmuskulatur, in dem ich das Homologon des Supraspinatus sehe, und befindet sich zugleich in direktem Anschluss an die Nebeninsertion des Coracoradialis. Der letztere Muskel zeigt die Tendenz an die Oberfläche zu rücken und überlagert bei Menopoma bereits einen Teil des Supracoracoideus prof. maior. Schwindet jetzt die Korakoidplatte, so wird bei dem stärkern Abstand von der Mittellinie der Supracoracoideusursprung tiefer zu liegen

kommen als der Coracoradialis, und wir haben dann das Bild der übereinander gelagerten Pectorales minimus und minor.

An der kaudalen Extremität muss das Homologon des Pectoralis minor, entsprechend dem Ursprung des Supracoracoideus profund. maior der Urodelen am weitesten kaudal und dorsal vom Ischium entspringen, mehr oder weniger vom Homologon des Coracoradialis überlagert, dadurch bis zu einem gewissen Grade vom Homologon des Pectoralis maior, dem Adductor magnus, getrennt sein und endlich dicht über dem Hüftgelenk hinwegziehen. Diese Bedingungen erfüllt am meisten der Obturator internus mit den beiden Gemelli und dem Quadratus femoris. Der Ursprung des letztern liegt mit dem der (oft unter einander zusammenhängenden) Gemelli in einer Linie, und der Obturator internus ist augenscheinlich, wie auch Gegenbaur bemerkt und wie es der Verlauf seines Nerven andeutet, auf die innere Fläche des Puboischium erst sekundär übergewandert. Das zwar seltene, aber öfter beobachtete vollständige Fehlen des Quadratus beim Menschen und bei etlichen Säugern, mit oder ohne gleichzeitige stärkere Entwicklung der Gemelli spricht ebenfalls für die Zusammengehörigkeit der Muskeln dieser Gruppe. — Der entsprechende, vom Dorsalrand des Ischium entspringende Muskel bei Menopoma ist ein kurzer, aber kräftiger Bauch, dessen oberflächliche Fasern sich in die Hüftgelenkskapsel inseriren, indes die eigentliche, plattrundliche Sehne pilasterartig ins Innere des Gelenks prominirt und sich in eine kaudal unter dem Gelenkkopf gelegene Nische ansetzt. Diese in der Serie der kurzen Ischiofemoralmuskeln am weitesten dorsal gelegene Portion weist also ganz ähnliche Beziehungen zur Gelenkhöhle auf wie der Pectoralis minor bei seiner ursprünglichen Humerusinsertion zum Schultergelenk.[1])

Der Subclavius wird wol von den meisten Anatomen als detachirtes Bündel des Pectoralis minor aufgefasst und charakterisirt

---

[1]) Der sog. Subclavius oder Supracoracoideus der Vögel ist nichts weiter als ein kolossal entwickelter Pectoralis minor, und ich kann Fürbringer nicht darin beistimmen, dass der Muskel „keiner menschlichen Bildung direkt zu vergleichen“ sei, aber „die nächsten Beziehungen zur Suprascapularisgruppe (Supra- und Infraspinatus) der höhern Säugetiere“ zeige; denn die letztere Gruppe wird von dorsalen, der Supracoracoideus aber von ventralen Nerven versorgt.

sich als solches durch sein gelegentliches Uebergreifen auf den Proc. coracoides, das Lig. coracoacromiale und die Faszie des Supraspinatus; an letztgenannter Stelle tritt er dann in nächste Beziehungen zu gelegentlichen Ausstrahlungen der Sehne des Pectoralis minor.[1]) Ausserdem sind öfter z. B. von WELCKER konjungirende Bündel zwischen dem Rippenansatz des Subclavius und dem Ansatz des Pectoralis minor am Proc. coracoides neben sonst normalem Subclavius beschrieben. — Ich sehe keine Möglichkeit, das Lig. glenohumerale s. glenobrachiale mit B. SUTTON als ehemalige Endsehne des Subclavius aufzufassen. Ebensowenig aber kann dies Band der abgeschnürten Sehne des Pectoralis minor entsprechen (MACALISTER, Jour. Anat. I).

Fassen wir dann die Innervation des Pectoralis minor aus C_7C_8 und die des Subclavius aus $(C_4)C_5C_6$ zusammen und stellen sie antitrop der Innervation der Mm. obturator int., Gemelli, Quadratus fem. gegenüber, so erhalten wir eine fast vollkommene Homologie.

Die noch vorhandene Lücke füllt sich, wenn wir das Homologon des Obturator externus an der kranialen Gliedmasse aufgefunden haben. Der Ursprung dieses Muskels liegt am tiefsten auf dem Puboischium, der Hüftgelenkskapsel dicht an, in nächster Nachbarschaft des diazonalen N. obturatorius, und wird vom Quadratus im Ursprung zum Teil, weiterhin ganz überlagert. Wir sahen nun bei Menopoma unter dem Supracoracoideus prof. maior ein als Supracoracoid. prof. minor bezeichnetes Bündel abgespalten, das bei Salamandra noch nicht differenzirt, bei den Anuren aber wolausgebildet ist. Dieses Bündel deckt das Nervenloch der Korakoidplatte für den diazonalen N. supracoracoideus und zieht unmittelbar über das Schultergelenk. Es dürfte ohne Bedenken direkt dem Obturator externus der Säuger und des Menschen zu homologisiren sein. — Unter dem Pectoralis minor bezw. dem Subclavius findet sich normal kein Muskel weiter, doch wird über

---

[1]) Auch der Subclavius ist nicht mit dem Sternocoracoideus der Vögel und Saurier zu vergleichen, selbst nicht als inkompletes Homologon (FÜRBRINGER). Vielmehr sind bei einer grossen Anzahl von Vögeln gesonderte Portionen des Supracoracoideus von dem Sternalende der Furcula und von der Membrana coracoclavicularis vorhanden und als Subclaviushomologa zu interpretiren. Noch auffallender ist bei Cheloniern die Spaltung des sog. Supracoracoideus in eine klavikulare, von dem kranialen Schenkel des Korakoids kommende, und eine korakoidale Portion.

eine Trennung des Pectoralis minor in zwei Schichten von Tiedemann, über das Auftreten einer Verdoppelung des Subclavius von einer ganzen Reihe von Autoren (s. Testut) berichtet, u. zw. liegt der zweite Subclavius in der Mehrzahl der Fälle unter dem normalen. Wir hätten also einen ganz ähnlichen Abspaltungsvorgang an den genannten Muskeln, wie wir ihn an dem Supracoracoideus profundus der Urodelen antreffen und würden damit auch das Homologon des Obturator externus in dem Pectoralis minor profundus erkennen. — Setzen wir die Innervation des Obturator ext. aus $L_3 L_4$ in das nebenstehende Schema (Textfigur 14), so ist die noch vorhandene Lücke in der Homologisirung der vorbesprochenen Muskulatur ausgefüllt. Die stärkere Entwicklung der Muskeln an der kaudalen Extremität gegenüber den entsprechenden an der kranialen ist aus der verschiedenen Funktion und Stellung der Extremitäten abzuleiten; die Einwärtsrollung des Arms wird gleichzeitig mit der Adduktion von dem starken und günstig gelegenen Pectoralis maior (abgesehen von der dorsalen Muskulatur) ausgeführt, sodass die kürzern, tieferen Muskeln entbehrlich werden; die Auswärtsrollung des Beins, wobei sich also ebenfalls die Streckfläche lateralwärts wendet, wird in der Hauptsache von den kurzen tiefen Muskeln besorgt, während die Adduktion den längern Adduktoren zufällt. Reptilien und Vögel besitzen in ihrem M. supracoracoideus eine ungleich kräftiger entwickelte tiefe ventrale Schultergürtelmuskulatur.

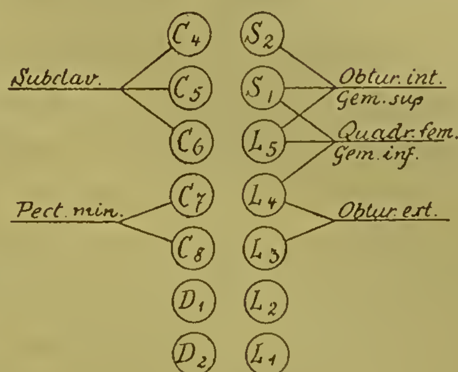


Fig. 14.

An dieser Stelle sind noch ein paar ziemlich bekannte Muskelanomalien der Achselgegend, der Coracobrachialis brevis (Wood) und der sog. muskulöse Achselbogen (Langer) eingehender auf ihre morphologische Dignität, speziell auch für die Gliedmassenvergleichung, zu untersuchen.

Der Coracobrachialis brevis (Wood) s. Coracohumeralis superior (Testut) ist ein relativ häufiger Fund auf dem Präparir-

saal und mir selbst in 9 Jahren mindestens zwanzig Mal in der mannigfaltigsten Ausbildung begegnet. Er entspringt meist vom Medial-Ventralrand (bis an den Coracobrachialis heran) und, wenn der Subscapularis nicht zu kräftig entwickelt ist, bis zur Basis des Proc. coracoides fleischig, wobei ganz gewöhnlich der Ursprung dicht am Proc. coracoideus von einem durchtretenden kleinen Blutgefäss in zwei Portionen getrennt wird, — ferner gelegentlich bei besonders schöner Ausbildung zweiköpfig: ein medialer Kopf kommt von einem starken Sehnenbogen, der sich von der Wurzel des Proc. coracoides unmittelbar lateral und distal zur Incisura scapulae nach der Klavikel (bis 2 cm) medial zum Lig. coracoclaviculare herüberbrückt; ein lateraler Kopf entspringt vom Medialrand des Proc. coracoides, wie gewöhnlich dicht am Knochen von einer kleinen Arterie durchbohrt, und indirekt durch Vermittlung einer in das Lig. conoides übergehenden Sehne von der Klavikel; — drittens findet der Muskel sich in sehr reduzirtem, teilweise verfettetem Zustande mit einem Ursprung vom kranialen Rande der Subscapularissehne neben der Wurzel des Proc. coracoides. Der platte Bauch kreuzt in allen Fällen die Fasern des Subscapularis, dem er dicht aufliegt, rechtwinklig und verschmälert sich am Kaudalrande dieses Muskels etwas gegen die bald rein sehnige, bald halbfleischige Insertion, die in der Mehrzahl der Fälle an das Collum chirurgic. hum. erfolgt, und zwar dorsal zum Proximalrand der Latissimussehne bis zwischen die Fasern der Insertion des Teres maior, ventral zu einem etwa vorhandenen Subscapularis minor, medial an die Spina tuberculi minoris. Von dieser typischen Insertion führt ein Zwischenstadium, in dem sich ein Teil des Muskels an die eben genannte Stelle heftet, ein andrer mit Hilfe eines steilen Sehnenbogens über den Proximalrand der Latissimo-Teressehne auf deren Ventralfläche bis herab ins Lig. intermuscul. mediale geht, zu der Form des Ansatzes, wo die ganze Sehne des accessorischen Muskels in die Ventralfläche der Latissimo-Teressehne, in das Lig. intermusc. mediale und in die Faszie der medialen Oberarmfläche dorsalwärts ausstrahlt. Statt dieser Ausdehnung distalwärts kommt ein Zurückziehen der Insertion auf die Schultergelenkskapsel und damit auf die Ventralfläche der Subscapularissehne vor (M. coraco-capsularis und M. coraco-subscapularis). Anderseits kann bei typischer Insertion der Ursprung

ganz oder teilweise vom Proc. coracoides über die Subscapularissehne lateralwärts auf die Gelenkkapsel rücken (M. humero-capsularis); sobald diese erst erreicht ist, scheint der Schritt nicht gross, der zu einer Einwanderung der Ursprungssehne in das Schultergelenk und zur Bildung des extrem seltenen, vom Tubercul. supraglenoidale ventral zum Biceps entspringenden M. glenobrachialis (Gruber) führt. Es ist immer derselbe Muskel oder ein Teil von ihm, wie man an Präparaten sieht, an denen z. B. ein Coracobrachialis brevis neben einem Humerocapsularis vorhanden ist.

Der Muskel ist bei Erhaltung der Klavikel in situ so ungünstig gelagert, dass es mir bisher noch nie gelang, seine Innervation festzustellen; denn gewöhnlich fand ich die Nerven bereits abgeschnitten. Doch scheint es mir nach vergleichend-anatomischen Erwägungen das Richtigste, den Muskel mit Wood zur Gruppe der Coracobrachiales zu rechnen. Erinnern wir uns wieder der Verhältnisse bei Menopoma und im speziellen des M. coracobrachialis brevis mit seinen beiden Portionen, so ist es klar, dass die tiefe, dem Gelenk am nächsten entspringende Portion, sobald das Korakoid schwindet, ohne Weiteres Gelegenheit hat, auf der Binnenfläche des Korakoidrestes bezw. der Gelenkkapsel kranialwärts gegen die Binnenfläche der Prokorakoidwurzel zu gelangen. Mit der stärkern Entwicklung des Sub-(coraco-)scapularis oder dem Auftreten eines neuen Subscapularis wird er dann mehr oder weniger vom Gelenk abgedrängt und wir erhalten die oben aufgezählten verschiedenen Formen. — Von den Monotremen, den einzigen Säugetieren, die einen sehr vollständig erhaltenen Korakoidapparat besitzen, zeigt uns Ornithorhynchus den homologen Muskel als Epicoracobrachialis (Coues) in hochentwickelter Form. Er ist da stärker als der eigentliche Coracobrachialis, liegt teils auf, teils unter dem ganzen Korakoidapparat, scheint vom eigentlichen Korakoid zu kommen, entspringt aber von fast der ganzen Binnenfläche der Epikorakoidplatte, wendet sich dann, etwa wie der Iliacus um den Beckenrand, so um das Korakoid und inserirt sich breit fleischig an die ausgedehnte mediale (und dorsale) Fläche des Humerus bis zur Spina tuberc. minoris, distalwärts bis zur Latissimusinsertion. In diesem Muskel ist der ganze Coracobrachialis brevis der Urodelen wiederzuerkennen, auch die Trennung in die beiden Portionen ist wenigstens

an der Insertion, was COUES entgangen zu sein scheint, unschwer auszuführen. Danach findet man die lateralen (kranialen) Bündel des Muskels von der Binnenfläche des Epikorakoids in eine schmale Sehne zusammengefasst, die sich neben dem echten Subscapularis an das Sesambein über dem Tuberculum minus inserirt, vollständig gegen die flächenhafte Insertion des starken Restes abgesetzt. Diese kleinere, tiefe Portion ist das Homologon des Coracobrachialis brevis der übrigen Säuger und des Menschen.

An der kaudalen Extremität muss das Homologon unsres menschlichen Coracobrachialis brevis demnach von dem Kranialrand des Puboischium, nächst dem Hüftgelenk entspringen und sich in unmittelbarer Nähe der Subscapularis- und Latissimushomologa inseriren, dabei von ventralen Nerven versorgt werden. Dafür kommt nur der M. pectineus in Betracht, der bei Didelphys noch von der Binnenfläche der Wurzel des Beutelknochens, bei den Urodelen als relativ mächtiger Muskel weit von der Binnenfläche des Pubicum entspringt. Bereits von HENLE und neuerdings wieder von PATERSON ist festgestellt, dass der Pectineus des Menschen aus zwei übereinander gelegten Portionen besteht: die eine kommt lateral vom Pecten, dicht neben der Eminentia ileopubica, die tiefere und stärkere entspringt weiter medianwärts von der Crista obturatoria. Bei Menopoma ist die Teilung des Muskels noch viel auffallender, weil ganz durchgehend, aber hier ist die oberflächliche Partie die mächtigere; ihr Ursprung greift auf die Binnenfläche des Pubicum bis gegen die Medianlinie über. Wir können nun, glaube ich, unbedenklich die weiter gegen die Binnenfläche des Pubicum entspringende Pectineusportion mit der kleinern, mehr von der Binnenfläche des kaudalen Korakoidrandes kommenden Portion des Coracobrachialis brevis der Amphibien, mit der von der Binnenfläche des Epikorakoids entspringenden Masse des Epicoracobrachialis bei Ornithorhynchus und mit dem anomalen Coracobrachialis brevis des Menschen homologisiren.

Hinsichtlich der Zugehörigkeit des Pectineus zur ventralen Muskulatur ist ein Zweifel m. E. kaum mehr möglich, denn der sog. Cruraliszweig an den Muskel ist ein ventrales Derivat des lumbaren Plexusabschnitts, mag er nun isolirt auf den Plexus zu verfolgen sein, mit einem N. cutan. fem. medialis verlaufen, durch einen Zweig des Obtu-

ratorius supplirt werden oder aus einem N. obturatorius accessorius stammen. Daran muss ich gegenüber PATERSONS gegenteiliger Ansicht festhalten und befinde mich darin mit BOLK in Uebereinstimmung. PATERSONS Vermittlungsversuch, wonach im Pectineus dorsale und ventrale Muskulatur des präaxialen Randes der Extremität zusammengeflossen sein soll, wenn neben dem Cruraliszweig eine Versorgung aus dem Obturatorius besteht, ist unbefriedigend und unhaltbar. RUGES Meinung, es werde vielleicht möglich sein zu erweisen, dass der Pectineus mitsamt dem Psoas von der subvertebralen Muskulatur herzuleiten sei, vermag ich nicht beizutreten. Denn dass dafür „neben vielem Andern der zuweilen angetroffene Verlauf des R. pectineus durch die ganze Länge des M. psoas zu sprechen scheint," halte ich für eine sehr gewagte Behauptung.[1]) TESTUT hat, in Anlehnung an die Homologisirung SABATIERS den Coracobrachialis brevis, Glenobrachialis und Subscapularis accessorius zusammen dem Obturator internus verglichen und zwar mit einer Spezialisirung, die überzeugend wirken müsste, wäre nicht von ihm wie von SABATIER die Innervation vollständig vernachlässigt und dadurch übersehen worden, dass der Obturator internus, ein rein ventraler Muskel, unmöglich, selbst nicht teilweise, dem Subscapularis accessorius, einem rein dorsalen Muskel, homolog sein kann; ganz abgesehen davon, dass das Pubicum eben nicht dem Proc. coracoides homolog ist.

Der muskulöse Achselbogen im engern Sinne, wie ich ihn zum Unterschied von dem beim Latissimus erwähnten, von den ventralen Teilen dieses Muskels sich abzweigenden und ventral zu dem Gefäss- und Nervenbündel der Achselhöhle gegen die Sehne des Pectoralis maior ziehenden Muskelbande nennen will, entspringt immer durch Vermittlung einer sehnigen Inskription von der Sehne oder noch von der benachbarten Fleischmasse des Latissimus dorsi (genauer von der des Costoaxillaris posterior), kreuzt ventral oder bei rechtwinklig abduzirtem Arme kranial die Achselnerven und Gefässe und endet

---

[1]) PATERSON hält übrigens den Psoas und Piriformis ebenfalls für „hyposkeletal muscles, whose connection with the limb proper is possibly not essential." Das lässt sich einfach mit der ontogenetisch festgestellten zentripetalen Entwicklung der Extremitätengürtel-Muskulatur in die Rumpfwand hinein nicht vereinigen.

sehnig auf der Innenfläche der Sehne des Pectoralis maior oder in der Oberarmfaszie über Coracobrachialis und Biceps bis zum Proc. coracoides. Wenn ein Pectoralis III vorhanden ist, so schiebt sich dieser ganz gewöhnlich mit seiner Sehne zwischen die des Pectoralis mai. und des Achselbogens; dabei zeigt der letztere stets einen Faserumschlag (Torsion) um den Distalrand des Pectoralis III, wie sie an dem Kaudalrand des Pectoralis mai. vorhanden zu sein pflegt. Die Insertion wandert also auch mit ihren distalen Fasern voran proximalwärts. (S. Taf. X, Fig. 1.)

Die englischen Anatomen, die vor allen Andern den Achselbogen zum Gegenstand eines speziellen Studiums genommen haben, halten ihn zumeist, wie Turner, Birmingham, Wilson, für ein Ueberbleibsel des Panniculus carnosus, speziell einer tiefen Schicht desselben (Parsons). Nach L. Bayer kommt der Achselbogen bei allen Arctopitheci konstant vor. Die Innervation wird in den meisten Fällen, zu denen auch ein Teil meiner eignen Beobachtungen zählt, von einem Zweig des N. thoracicus ant. internus besorgt, gewöhnlich unmittelbar mit dem Zweig für den Kaudalrand des Pectoralis maior, der den Pectoralis minor kaudal umgreift und im Plexus dicht neben einem Teil des N. cutan. brachii medialis entspringt. Oefter gab der N. intercostohumeralis den Zweig an den Achselbogen, einmal auch der N. cutan. brachii medialis. Wilson rechnet den Muskel zum zweiten thorakalen Nerv-Muskelsegment, obgleich alle bisher bekannten Thatsachen nur für die Zugehörigkeit zu dem letzten cervikalen und dem 1. thorakalen Segment sprechen. — Am Urodelen-Schultergürtel kann nur der M. coracobrachialis brevis, u. zw. in seiner oberflächlichen Portion, dem Achselbogen gleichgesetzt werden. Die Innervationsverhältnisse sind sehr ähnlich den menschlichen. Der Ursprung vom lateralen Teil des kaudalen Korakoidrandes mit der Tendenz des Uebergreifens auf die Aussenfläche der Platte erklärt ohne Weiteres, dass bei Rückbildung des Korakoids mit alleiniger Erhaltung einer Faszienplatte der Muskel sich auf diese Faszie und dadurch auf den zunächst gelegenen festern Teil, die Latissimussehne, heften musste, aber nicht wie die tiefe Portion an der Innenfläche der Faszie proximalwärts wanderte.

Das Homologon des Achselbogens am Beckengürtel wäre demnach in der tiefen Portion des Pectineus zu finden. Wir brauchen uns

nur das Pubicum rückgebildet zu denken, um sofort den Uebertritt des Pectineusursprungs auf den Ileopsoas vor uns zu haben. Und hinsichtlich der Innervation bestehen ja ausserordentliche Uebereinstimmungen: Die Versorgung durch den N. obturatorius entspricht der Achselbogeninnervation vom Thoracicus ant. internus, der sog. Cruraliszweig kommt entweder mit einem N. obturatorius accessorius oder isolirt von der Ventralfläche des Plexus neben den Obturatoriuswurzeln, oder endlich mit einem N. cutan. fem. medialis, dessen Verbreitungsgebiet am Schenkel durchaus dem der Ventralportion des N. cutan. brach. medialis korrespondirt. Die Nerven des Achselbogens stammen aus C_8D_1, die des Pectineus aus L_2L_3 — eine vollständigere Homologie ist nicht denkbar.

Besitzt nun der Achselbogen genetische Beziehungen zum Panniculus carnosus? Meines Wissens ist bei Tieren mit entwickeltem Panniculus ein echter Achselbogen bisher nicht bekannt geworden. Parsons' als Achselbogen gedeutetes Panniculusbündel will mir nicht recht als solcher erscheinen. Nach meiner eben dargelegten Auffassung ist der Achselbogen eine atavistische Wiederholung eines ursprünglich an dieser Stelle vorhandenen kurzen Muskels, also nicht etwa aus einer Reduktion des Panniculus entstanden. Wie weit und in welcher Richtung die Aehnlichkeit der Innervation beider etwa zu verwerten ist, bedarf erst noch einer eingehenden Prüfung an Tieren mit verschieden ausgebildetem Panniculus. Doch möchte ich bereits jetzt, wenn auch mit aller Reserve, der Vermutung Raum geben, dass der Panniculus carnosus — wenigstens in seiner humeralen Portion — sich durch Weiterwandern des Ursprungs eines Muskels am ventralen Umfang des Achselhöhleneingangs entwickelt habe, und es steht mir da speziell der bei den Urodelen als Coracobrachialis superficialis bezeichnete Muskel vor Augen, dessen Homologon wir in dem Pectoralis III der Säuger erkannt haben. Jedenfalls ist bemerkenswert, dass die humerale Portion des Panniculus sich mit dem Distalrand der Sehne des Pectoralis III zu vereinigen pflegt.

Hier noch einige Worte über eine seltene Anomalie dieser Gegend die bei Testut, soviel ich sehe, nicht erwähnt, bei Krause vielleicht angedeutet ist. Wenigstens könnte man folgenden Satz Krause's so

auffassen: „Das muskulöse, den Achselbogen ersetzende Bündel kann auch vom Pectoralis maior ausgehen, oder dasselbe inserirt sich, bald sehnig werdend, in den sog. Achselbogen." WILSON teilt bei einem Falle von Achselbogen mit, dass an die sehnige Inskription am Ursprung des Achselbogens schräg bezw. im Winkel zu den Fasern des letztern konvergirende Muskelbündel herantreten, die von der Faszie des Serratus magnus entspringen. Ich selbst fand an einer, auch sonst an Muskelanomalien reichen, männlichen Leiche ein par flache Bündel sich vom Kaudalrand der Abdominalportion des Pectoralis maior ablösen und zu einem etwa 9 cm langen, 3—4 mm breiten Muskelband vereinigt gegen den Ursprung des Achselbogens verlaufen. Dort schickte der Muskel eine schmale Sehne an die Schaltsehne gegen den Latissimus, während ein zweites inscriptionsartiges Sehnenstück einem Bündel des Achselbogens Ursprung bot (Taf. X, Fig. 1, *δ*). Für diesen Muskelstreifen, den man vielleicht Thoracoaxillaris nennen darf, möchte ich ein Homologon in dem M. sternocoracoideus der Vögel und Reptilien sehen. Von der lateral-kranialen Ecke des Sternum und von benachbarten Rippen kommend, hält er sich mit seinem Ursprung zwischen dem Thoraciscapularis, dessen Homologon wir früher (s. pg. 73 [159]) in der Kostalportion des Latissimus, dem Costoaxillaris post. gefunden, und dem Pectoralis maior; seine Insertion an der Binnenfläche des medialen Korakoidabschnitts erreicht den Ursprung des Coracobrachialis post. s. internus (FÜRBRINGER), der in Lage und Innervation vollkommen dem Achselbogen entspricht; seine Innervation besorgt ein N. thoracicus anterior. — Von den Säugern besitzt Ornithorhynchus sehr ähnliche Muskelbildungen. COUES fasst sie unter dem Namen eines Pectoralis minor zusammen; er unterscheidet eine Portio costocoracoidea, die breit von der 1. Rippe zwischen Sternum und Serratusursprung kommt und mit schmaler Sehne an Basis und Binnenfläche des Korakoids geht, und eine P. manubrio-epicoracoidea, die von der Binnenfläche des Manubrium sterni entspringt und sich auf der Binnenfläche des Epikorakoids ausbreitet. Es handelt sich also wie bei den Sauropsiden um einen Sterno-costo-coracoideus [1]). Ich wage die Frage

---

[1]) Im Anatom. Anzeiger (1893, pg. 387 ff.) veröffentlicht ENDRES eine komplizirte Anordnung anomaler Muskelbündel in der Achselhöhle eines Mannes, die

vorläufig nicht zu entscheiden, ob sich die geschilderte menschliche Anomalie direkt damit vergleichen lässt, und es fällt daher um so schwerer, einen homologisirbaren Muskel am Beckengürtel aufzufinden. Wir müssten denn das letzte Segment des Rectus abdominis dafür nehmen, eine Möglichkeit, die ich nicht für ausgeschlossen halte. Denn wenn wir an die Entstehung der Extremität aus dem Material einer Anzahl von Körpersegmenten denken, so drängt sich uns zugleich die Ueberlegung auf, dass an der kranialen wie an der kaudalen Begrenzung der Extremitätenanlage, in der von mir früher sog. Uebergangszone Bildungen existiren müssen, die sich unmittelbar an die der intakten Segmente anschliessen. So muss also auch ein Uebergangsgebilde gegen den Rectus abdominis vorhanden sein, das nur deshalb abnorm gelagert erscheint, weil der Gürtel der Schultergliedmasse sich ein Stück über den Thorax hinweggeschoben hat, während der Gürtel der Beckengliedmasse seine ursprünglichen Beziehungen zur Rumpfwand — abgesehen natürlich von der Rotation des Beckens um eine Transversale und von der Verschiebung der ganzen Extremität in kranialer Richtung — beibehalten hat.[1]) —

---

vielleicht teilweise hierher gehören. Sollte aber wirklich in dem „Muskelkreuz" die Faserung so verlaufen sein, wie der Autor sie in dem Schema der Fig. 2 zeichnet, ohne jede Inscriptio tendinea? Dann wären jedenfalls zwei völlig unverständliche Faserzüge darin vorhanden, nämlich die Muskelschleifen db und ab. Das unverständlichste aber ist, dass E. nach einer Scheinbegründung behaupten zu können glaubt, Pectoralis maior und Latissimus entstammen einer einheitlichen Muskelplatte, ähnlich wie das seltene Vorkommen des Cleidooccipitalis die genetische Zusammengehörigkeit des Trapezius und Sternocleidomastoides zum Ausdruck bringe. Die Hauptsache für seinen Beweis, die „Zeugenaussagen" der vergleichenden Anatomie übergeht der Autor wegen des beschränkten Raumes für seine Mitteilung und unter Hinweis auf die Arbeiten von Meckel, Bischoff etc. Es wäre interessant gewesen zu erfahren, wann und wo die Fascia coracobrachialis, die nach Endres „eine phyletisch zu Grunde gegangne Muskelplatte" repräsentirt, noch als Verbindungsstück des Latissimus und Pectoralis major auftritt. Bei den Amphibien, unsern primitivsten Vierfüsslern, liegen die beiden Muskeln recht weit auseinander, — anderseits braucht man nur eine Katze zu präpariren, wenn man einen scheinbar einheitlichen Latissimo-pectoralis haben will, denn da füllt der Panniculus carnosus die ganze Breite des Achselhöhlenbodens.

[1]) Von diesem Gesichtspunkte betrachtet wird auch der bisher so vielfac

Werfen wir jetzt noch einmal einen Blick rückwärts über die Muskelanomalien der Achselhöhle, so sehen wir mit einer merkwürdigen Beharrlichkeit die Ventralfläche der Latissimussehne oder die kaudal-mediale Begrenzung des faszialen Achselbogens als Anheftungsstelle der verschiedenartigsten Bündel wiederkehren. Von dorsalen Muskeln ist es der allmälig ganz dem Latissimus als Kostalportion angeschlossene Costoaxillaris post., der sich ausser an die Latissimussehne an den faszialen Achselbogen ansetzen und durch Weitergreifen seiner Insertion einen dorsal innervirten muskulösen Achselbogen bilden kann. Der dorsale Anconaeus V (Latissimo-condyloideus, Dorsoepitrochlearis) entspringt mittelst einer Schaltsehne von der Ventralfläche der Latissimussehne, ebenso der ventral innervirte eigentliche Achselbogen, und endlich inserirt sich der Thoraco-axillaris an die gleiche Stelle. Das ist gewiss mehr als ein besondrer Zufall und findet, da die Morphologie der einzlen Muskeln phylogenetisch sich feststellen lässt, wol die einfachste Erklärung in der Annahme einer Rückbildung des ursprünglich bis an die Gegend des faszialen Achselbogens reichenden Korakoids.—

Von der Korakoidmuskulatur der Amphibien haben wir bisher noch nicht den Coracobrachialis longus in nähere Betrachtung gezogen. Sein gut markirter Ursprung am Kaudalrand der Korakoidplatte, medial und in unmittelbarem Anschluss an den Coracobrachialis brevis erleichtert uns die Feststellung seines Homologons an der Beckengliedmasse wesentlich. Nur der Adductor longus hat gleiche Lagebeziehungen zu dem Pectineus, den wir ja bereits als dem Coracobrachialis brevis homolog erkannt haben. Die Insertion des Adductor longus entspricht dem unkomplizirten Ansatz des Coracobrachialis longus an den Humerus zwischen der langen Bicepssehne und den grossen Gefässen, wie bei Salamandra und den Anuren. Es kommt auch gelegentlich vor, dass die Adductorinsertion sich, wenn auch in bescheidnem Grade,

diskutirte M. sternalis weniger rätselhaft erscheinen und sich ohne allzugrosse Schwierigkeit ein Weg finden lassen, zwischen den verschiedenen Ansichten, ob Portion des Rectus, ob verlagertes Bündel des Pectoralis maior oder Panniculusabschnitt, zu vermitteln. Doch müssen wir die Behandlung dieser Frage auf eine andere Gelegenheit verschieben.

an der Spaltbildung für den Durchtritt der Schenkelgefässe nach der Kniekehle beteiligt, bei Ornithorhynchus bildet sogar der Adductor longus den Adductorschlitz allein, sodass wir dann eine grössere Uebereinstimmung mit der Coracobrachialisinsertion bei Menopoma erhalten. An der kranialen Extremität dagegen verliert der Coracobrachialis longus beim Schwund der Korakoidplatte seine ursprüngliche Befestigung. Berücksichtigen wir nun, dass der Ursprung des Muskels bei den Urodelen um ein geringes tiefer liegt als die oberflächliche Portion des Coracobrachialis brevis, so werden wir leicht begreifen, dass der Ursprung mit der tiefen Portion des Letztgenannten an der Innenfläche der rückbleibenden Faszienplatte proximalwärts wandernd seine neue Anheftung an dem Korakoidrest, dem Proc. coracoides, gewinnt. Träten jetzt keine weitern Komplikationen ein, so würden wir ohne Zaudern den übergewanderten Coracobrachialis mit dem Adductor longus fem. homologisiren können. Doch dem ist nicht so; vielmehr werden wir sehen, dass der normale Coracobrachialis des Menschen nur imitatorisch homolog dem Adductor long. fem. ist.

Den Schlüssel zum Verständnis liefern uns wieder die Verhältnisse bei den Amphibien. Es ist bereits erwähnt, dass der Muskelbauch des Coracoradialis proprius bei der Rückbildung des Korakoids auf den Thorax übertritt und seine Nebeninsertion am Humerus zur Hauptinsertion werden lässt. Die ursprüngliche Endsehne spannt sich dann als ein Ligamentum humero- oder capsuloradiale von dem Ansatz der Schultergelenkskapsel zum Radiushalse herüber. Um dieses Band herum muss sich die Entwicklung des Biceps brachii der Säuger abspielen. Das Band würde einfach durch Rückbildung zu Grunde gehen, wenn nicht irgend welche Umstände es ganz oder teilweise in Funktion erhalten.

Hier tritt der Coracobrachialis longus in Thätigkeit. Bei Menopoma schickt er fast die Hälfte seiner starken Fasermasse an die Sehne des Coracoradialis, indem er mittelst eines Sehnenbogens die Gefässe und Nerven im distalen Drittel des Oberarms überbrückt. Wird die Coracoradialissehne zum Lig. humeroradiale, so ist der Coracobrachialis alleiniger Besitzer des Sehnenendstückes gegen den Radius hin, die Wirkung des daran sich heftenden Muskelabschnitts wird jetzt wesentlich verschieden von der des an den Humerus inserirten Teiles, sodass

als die nächste Folge eine Trennung beider Portionen, wenigstens im distalen Abschnitte des Coracobrachialis long. eintreten muss.

So entsteht neben einem Coracobrachialis jetzt ein neuer Coracoradialis oder, wie wir ihn gleich nennen wollen, ein „kurzer Bicepskopf“, und ich glaube, dass dieser Entwicklungsmodus ohne Weiteres einleuchtet.

Dagegen bereitet uns die Ableitung des langen Bicepskopfes aus den primitiven Verhältnissen der Amphibien sehr viel mehr Schwierigkeiten, denn es bestehen verschiedene Möglichkeiten:

1) Der Coracoradialis proprius bildet sich nicht in der von uns bisher angenommenen Weise um, sondern a) verschiebt seine Muskelmasse längs der Sehne distalwärts bis auf den Oberarm; die Partie zwischen Schultergelenk und früherem Korakoidalursprung wird zu einer Faszie rückgebildet; — b) verteilt seine Muskelmasse mehr über die ganze Sehne und wird an der Stelle, wo er das Schultergelenk passirt, durch Dehnung und durch den Druck der übergelagerten Muskulatur atrophisch, sekundär sehnig, sodass die Zwischensehne einen humeralen von einem korakoidalen Bauche trennt; die Zwischensehne heftet sich zuletzt an den Knochen in der nächsten Umgebung des Schultergelenks.

2) Der Coracoradialis proprius zerlegt sich in der von uns bisher angenommenen Weise zu einem korakoidalen, etwa an dem Schultergelenk endenden Muskel und ein vom Schultergelenk zum Radius verlaufendes Ligament. Letzteres wird nun muskulirt, d. h. in einen langen Bicepskopf umgewandelt a) durch Neubildung von Muskelmasse an Ort und Stelle, oder b) durch Abspaltung von Muskelbündeln vom kurzen Bicepskopf.

3) Der lange Bicepskopf bildet sich durch Kombination der unter 1) und 2) genannten Möglichkeiten. —

Ad 1) darf von vorn herein als sicher gelten, dass das Homologon des Coracoradialis der Amphibien in irgend einer Form fortbestehen wird, solange der Korakoidapparat in seinen wesentlichen Teilen erhalten bleibt. Wir werden also erwarten können, den Muskel bei Reptilien und Vögeln, aber auch bei den Monotremen zu finden. Bei Ornithorhynchus besitzt der Biceps zwei getrennte Köpfe: Der Epicoracoradialis (Coues) kommt fleischig vom Rande und von der kaudal-medialen Partie der Epikorakoidplatte, formt sogleich einen

plattrundlichen, schmalen Bauch und am Oberarm eine lange runde Sehne, die sich am Radiushalse ansetzt; der Muskelbauch grenzt kranial an den Pectoralis minor, kaudal an den kurzen Bicepskopf, den Coracoradialis (Coues). Dieser entspringt vom Sternalende des Korakoids gemeinsam mit dem Coracobrachialis longus, schwillt sofort zu einem starken, platten Bauch an, geht über die beiden Coracobrachiales und die Sehne des Latissimus hinweg, um sich an die Sehne des Epicoracoradialis zu inseriren; doch erreichen auf deren Unterfläche die Muskelfasern beinahe den Radius. Der Coracobrachialis longus (proprius Coues) ist am Ursprung noch mit dem Coracoradialis vereinigt und geht fleischig an den distalen Teil der entokondylaren Humerusleiste bis über das Foram. supracondyloideum. — Der Biceps des Ornithorhynchus ist also in allen Einzelheiten vergleichbar dem Coracoradialis + Coracobrachialis longus bei Menopoma, ausser dass die Nebeninsertion an das Tuberculum mai. hum. fehlt. Die Muskelmasse des ursprünglich fächerförmigen Coracoradialis propr. zeigt im Epicoracoradialis bereits eine kompendiösere Zusammenfassung, gleichbedeutend mit einer Rückbildung und eine distalwärts gerichtete Verschiebung, ohne jedoch den muskulösen Korakoidursprung aufgegeben zu haben. Auf die Innervation kommen wir später.

Für die Verhältnisse bei den Reptilien und Vögeln lasse ich zunächst die Worte Fürbringers (1887, pg. 873) folgen: „Bei den meisten Cheloniern stellt der Biceps einen vom Korakoid entspringenden und erst im distalen Bereiche in die (zunächst an Radius und Ulna inserirende) Endsehne übergehenden Muskelbauch dar. Bei vielen primitiveren Formen (z. B. Testudo) läuft derselbe ohne jede Unterbrechung über das Schultergelenk hinweg, zeigt aber bei Trionyx hier eine äusserst feine Inscriptio tendinea, die bei Emys zu einer längeren, über den ganzen Schulterbereich erstreckten Sehne ausgebildet ist. Damit entsteht ein zweigelenkiger und zweibäuchiger Muskel mit korakoidalem und humeralem Bauche, ein Verhalten, das in ähnlicher Anordnung wie bei Emys auch zahlreiche kionokrane Saurier zeigen. Weiterhin kommt es zu einer sehnigen Rückbildung des korakoidalen Kopfes, die in allen möglichen Entwicklungsphasen bei den kionokranen Sauriern beobachtet werden kann und schliesslich bei einzelnen derselben, sowie bei Chamaeleo, den Krokodilen, Vögeln und Säugetieren vollendet vor-

liegt. Hier findet sich ein zweigelenkiger, aber nur einbäuchiger Muskel mit humeralem Bauch und in vereinzelten Fällen (Rhea) können sich sekundär Beziehungen ausbilden, die in einiger Hinsicht an das ursprüngliche Verhalten erinnern. Die Gegend des Schultergelenks bezeichnet die Stelle, wo der ursprüngliche Muskelbauch bei der Bewegung der Extremität der grössten Dehnung und dem grössten Drucke ausgesetzt ist; ich stehe nicht an, die mitgeteilte Reihe als eine unter dem Einflusse einer phylogenetisch fortschreitenden physiologischen Druckatrophie sich vollziehende aufzufassen, die einfach darum nicht korrigirt resp. kompensirt wurde, weil keine Veranlassung vorlag, die primitive Anordnung zu konserviren."

Obwol ich über eigne Untersuchungen an Sauropsiden, abgesehen von etlichen gelegentlichen Präparationen an Vögeln, noch nicht verfüge, glaube ich doch die Frage aufwerfen zu dürfen, ob sich aus den bekannten Thatsachen die Annahme einer physiologischen Druckatrophie ableiten lässt. Wir wissen, dass unter dem Einfluss eines starken Wachstumsdrucks der Nachbarmuskulatur der Fleischbauch eines Muskels zur Seite gedrängt oder aus dem Bereiche des Druckes entlang seiner Sehne verschoben, auch ganz zum Schwund gebracht werden kann. Eine funktionelle Minderwertigkeit aber oder eine wesentliche Funktionsänderung dürfte wol in solchen Fällen immer für die Verdrängung, eine vollständige Uebernahme der Funktion durch andere Muskeln bei dem totalen Schwund eine Hauptrolle spielen. — Bei den Sauropsiden entwickelt sich sowol der über dem Homologon des Amphibien-Coracoradialis gelegene Pectoralis maior als der unter ihm befindliche sog. Supracoracoideus, das Homologon des Supracoracoideus profundus der Amphibien, zu ausserordentlicher Mächtigkeit; das würde die Verdrängung des Bicepsbauches und auch die Wanderung des Ursprungs erklären können. Nun sehen wir aber bei den Krokodiliern und den meisten Vögeln den verdrängten Bicepsursprung lateralwärts auf das proximale Ende des Korakoids, kranial zum Schultergelenk verschoben, bei den Cheloniern dagegen kaudalwärts gegen das mediale Ende des Korakoids. Dieser Unterschied würde noch nichts gegen die Homologie der Muskeln aussagen, wenn nicht andere Differenzen beständen. Der Coraco-antebrachialis (Biceps) ist bei Testudo ein einfacher Muskel, der vom medialen Drittel der Aussenfläche des sog. Korakoids entspringt, distal von der Fossa

intertubercularis des Humerus sehnig wird und sich an das proximale Ende von Radius und Ulna inserirt. Bei Trionyx, Emys und Clemmys sind zwei Muskeln vorhanden: 1) der oberflächliche, Coracoradialis superficialis, kommt vom medialen Abschnitt des kaudalen Korakoidrandes und geht schlanksehnig an das distale Ende des Radius; bei Trionyx zeigt er in der Gegend der Schultergelenkskapsel eine linienförmige Inscriptio, bei Emys statt deren eine schlanke Zwischensehne in der Fossa intertubercularis; — 2) der Coracoantebrachialis profundus liegt unter dem Coracoradialis, entspringt vom Kaudalrand des Korakoids, zieht über den Coracobrachialis brevis ext. und den Humero - antebrachialis inf. (Brachialis int.) und endet am proximalen Abschnitt von Radius und Ulna. Welcher von diesen beiden Muskeln entspricht nun dem Biceps von Testudo? Fürbringer sieht augenscheinlich den Coracoradialis superficialis als dessen Homologon an und möchte die Zwischensehne als durch Druckatrophie entstanden erklären. Der darunter gelegene Coraco-antebrachialis kommt aber in nähere Beziehung zum Schultergelenk und zeigt nichts von einer Zwischensehne. Könnten wir trotzdem die letztere in ihrer langen Ausbildung bei Emys als Ausdruck einer Dehnung und Atrophirung nehmen, so wird uns das unmöglich für die lineare Inskription bei Trionyx. Das ist vielmehr das Bild zweier, sekundär durch eine Schaltsehne vereinigter Muskeln, von denen der korakoidale seine Insertion, der humerale seinen Ursprung in der Gegend des Schultergelenks hat aufgeben müssen.

So einleuchtend mir anfangs Fürbringers Erklärungsversuch für die Entwicklung des Biceps erschien, so wenig vermag ich ihn bei näherer Betrachtung als befriedigend anzuerkennen. Denn, obwol Fürbringer ausdrücklich betont, dass der Coraco-antebrachialis erst bei den Schildkröten auftrete, den Amphibien ein homologer Muskel abgehe, halte ich den Coraco-antebrachialis von Testudo für das Homologon des Coracoradialis proprius der Urodelen, des Epicoracoradialis bei Ornithorhynchus. Der Biceps der Vögel ist vielleicht direkt vergleichbar dem der Krokodilier und dem humeralen Bauch des Coracoradialis superficialis bei Trionyx und Emys und ferner als das lateralwärts verdrängte Homologon des Coracoradialis proprius aufzufassen. Der Coraco-antebrachialis prof. bei Trionyx und Emys entspricht m. E.

einem Teil des Coracobrachialis long. der Urodelen und, soviel ich sehe, dem sog. Biceps der Ratiten, ferner dem Coracoradialis des Ornithorhynchus. Doch was könnte dann der korakoidale Bauch des Coracoradialis superfic. bei Trionyx und Emys sein? Es bleibt uns nur der eine Muskel übrig, der bei den Urodelen als Coracobrachialis superficialis bezeichnet ist, gegen den kaudalen Rand des Korakoids hin entspringt und sich unmittelbar hinter der Sehne des Coracoradialis propr. in den Sulcus intertubercularis inserirt. Ich betrachte selbstverständlich diese Vergleichungen, speziell der Sauropsidenmuskeln, nicht als unanfechtbar, denn es muss erst der Versuch gemacht werden, durch die verschiedenen Ordnungen der Reptilien nicht nur das Homologon des Coracoradialis propr. der Urodelen nachzuweisen, sondern auch die Homologa der übrigen Korakoidmuskeln der Amphibien sowie deren verschiedene Umbildungsformen festzustellen. Daraus lassen sich weitere Schlüsse ziehen auf die Verhältnisse bei den Vögeln, aber noch nicht auf die bei den Säugern; denn beide Klassen divergiren zu sehr in ihrer Entwicklung, als dass man etwa behaupten könnte, weil der Biceps der Vögel ein auf das laterale Ende des Korakoids verschobener Coracoradialis propr. sei, müsse der lange Bicepskopf der Säuger in gleicher Weise entstanden sein. Reptilien und Vögel behalten das Korakoid, wenigstens in dem kaudalen Hauptabschnitt, die Säuger verlieren es; zwischen beiden stehen die Monotremen als niederste Säugerform mit einem kaudal und medial noch wolerhaltenen Korakoid, aber zugleich mit einem nicht lateralwärts verschobenen, sondern noch wie bei den Urodelen vom medialen Korakoidabschnitt entspringenden langen Bicepskopf. Der ganze Schultergürtel der Monotremen nimmt noch eine primitive, praethorakale Lage ein. Sahen wir nun, dass bei den höhern Säugern und bei dem Menschen, deren Schultergürtel kaudalwärts auf den Thorax geschoben und des Korakoidapparates fast völlig verlustig gegangen ist, in den Pectoralmuskeln sich sowol die über als die unter dem Coracoradialis propr. der Urodelen gelegene Korakoidmuskulatur wieder erkennen lässt, dass speziell auch der bei Ornithorhynchus vom Epikorakoid kommende Pectoralis minor sich einen neuen Ursprung am Thorax gesucht hat, so werden wir, glaube ich, nur erwarten können, dass auch der zwischen Pectoralis mai. und min. gelegene, ebenfalls

vom Epikorakoid entspringende Epicoraeoradialis des Ornithorhynchus auf den Thorax übergetreten ist, wie wir es früher angenommen und durch das Vorhandensein eines sonst ohne Homologon dastehenden Pectoralis minimus bestätigt gefunden haben. — Es bliebe noch die Möglichkeit, dass der Pectoralis minimus nur demjenigen Teile des Coracoradialis propr. homolog ist, der sich durch die sehnige Ankerung an das Tuberculum maius heftet, während der kaudale, in die lange Sehne übergehende Coraeoradialisabschnitt sich isolirt, seine Muskelmasse an der Sehne entlang auf den Oberarm verschiebt, vom Ursprung bis an das Schultergelenk sich in eine Faszie zurückbildet und letztere schliesslich auch verliert, sodass nur ein sekundärer Ursprung an Proc. coracoides, Schultergelenkskapsel oder Pfannenrand übrig bleibt. Dafür könnte sprechen das Vorkommen eines zweiten Bicepskopfes vom Proc. eoracoides neben dem eigentlichen kurzen Kopf, der normal mit dem Coraeobrachialis gemeinsam entspringt, bei gleichzeitigem Fehlen des normalen langen Kopfes (Glenoradialis) — eine wenig charakteristisehe, durch einfaehe Abspaltung erklärbare Bildung —; ferner das Fehlen des kurzen Kopfes (Coracoradialis) bei Vorhandensein eines normalen Glenoradialis — bei vielen Karnivoren; eine Rekapitulation der auch bei manchen Urodelen mangelnden Verbindung des Coraeobraehialis longus mit der Sehne des Coraeoradialis proprius, wobei aber im Auge zu behalten ist, dass bei Karnivoren der Proc. eoraeoides nur noch als Rudiment besteht —; zuletzt die totale Isolirung des Coraeoradialis vom Glenoradialis. — Doch sehen wir weiter, was

ad 2) anzuführen ist. Das zum Lig. humero- oder eapsuloradiale gewordene Endstück des Urodelen-Coracoradialis dureh Neubildung von Muskelsubstanz zu einem langen Bicepskopf sieh umwandeln zu lassen, erscheint m. E. nieht unbedenklich: wir finden wol für die Rückbildung eines Muskels zu einer Sehne und anderseits für das Wiederauftreten von Muskelsubstanz an Stellen, die früher einmal muskulirt waren, Beispiele genug, nieht aber für eine Entstehung eines neuen Muskels im Bindegewebe, ausser unter Beihilfe eines Nachbarmuskels. Und dafür kommt wieder der Coracobrachialis longus, bezw. der aus ihm abgespaltene Coraeoradialis in Betraeht. Er ist mit der Reduktion der Korakoidplatte so nahe an das Lig.

humeroradiale herangewandert, dass der Winkel zwischen beiden sich fast auf 0 verkleinert hat, und wird durch die Oberarmfaszie eng an das Ligament herangepresst. Nun kann sich als nächster Vorgang teils unmittelbar, teils unter Vermittlung der Faszie ein Ueberwandern von Muskelfasern auf das Lig. humeroradiale abspielen, das Ligament wird muskulirt auf Kosten des Coracoradialis. Sobald dies geschehen, wirken die Kontraktionen und der Tonus des neuen M. humeroradialis auch auf seine proximale, mehr oder weniger breit auf der Schultergelenkskapsel gelegene Anheftung, die oberflächlichen Kapselfasern adaptiren sich dem Zuge und stellen so eine Verbindung mit dem Pfannenrand der Scapula her. Der Verbindungsstrang isolirt sich allmälig, und so kommt zuletzt die Einwanderung der verlängerten Ursprungssehne in die Höhle des Schultergelenks zu stande, wie WELCKER es bereits 1876 nachgewiesen hat.

Zu Gunsten dieser Hypothese über die Entwicklung des langen Bicepskopfes sprechen eine ganze Reihe von Bicepsvarietäten beim Menschen. Ein vollständiges Fehlen des Glenoradialis ohne Ersatz durch einen supernumerären Coracoradialis lässt sich wol nur durch völligen Schwund des Lig. humeroradiale, soweit es nicht durch den vom Coracobrachialis aus entstandenen Coracoradialis in Anspruch genommen wird, erklären. HYRTL fand zweimal den gänzlich fehlenden Glenoradialis durch eine Sehnenschnur ersetzt, die von der Kapsel des Schultergelenks entsprang, eine augenscheinlich sehr seltene, von KRAUSE nicht, von TESTUT ungenau zitirte Anomalie, die uns das erste Stadium der Besitzergreifung des Lig. humero- oder capsuloradiale durch das abgespaltene Coracobrachialisbündel zeigt. Dann folgen die Fälle von Ersatz des Glenoradialis durch einen Humero- oder Capsuloradialis. Dahin gehören weiter der Capsuloradialis über einem normalen Glenoradialis und die accessorischen Bicepsköpfe von der Oberarmfaszie, von der Sehne des Pectoralis maior, vom Humerus, soweit sie nicht zweifellos als konjungirende Bündel des funktionell nahestehenden Brachialis internus zu betrachten sind. Alle diese überzähligen Köpfe schicken ihre Muskelbündel direkt, ohne Einschaltung einer Zwischensehne in die Bicepsmuskulatur, auch in den langen Kopf, sind also Bündel aus derselben Quelle, wie wir es auch bei den wahren Muskelkonjugationen sehen. Wir können somit immerhin mit

Welcker den kurzen Bicepskopf als „konjungirendes Bündel“ zum langen Kopf auffassen, aber nicht als sekundäre Bildung. Denn echte Muskelkonjugationen mit direktem Faserübergang finden sich nur zwischen zwei ursprünglich zusammengehörigen, eine morphologische Einheit bildenden, sekundär von einander getrennten Muskeln; eine falsche Muskelkonjugation möchte ich dagegen die sekundäre Verbindung zweier, ursprünglich getrennter, morphologisch ungleichwertiger, aber meist funktionell nahestehender Muskeln nennen wie z. B. die gelegentlich vorhandenen Muskelbündel zwischen Biceps und Brachioradialis. In solchen Fällen wird man die Schaltsehne nicht vermissen, es sei denn, dass sich beide Muskeln so nebeneinander lagern, dass die Fasern nicht rechtwinklig aufeinander treffen, sondern parallel bis zur Insertion verlaufen, wie z. B. an den Klavikularportionen des Deltoides und Pectoralis maior.

Fassen wir jetzt noch einmal kurz zusammen, was aus den vorhergehenden Erörterungen über die Entstehung des Biceps brachii der Säuger und des Menschen hervorgeht, so lässt sich unter Zugrundelegung der Verhältnisse bei den urodelen Amphibien mit Sicherheit behaupten, dass das Cap. breve vom Coracobrachialis longus abgespalten ist und sich sekundär durch Vermittlung der Sehne des Coracoradialis proprius an den Vorderarm inserirt hat. — Für die Entstehung des Caput longum existiren mehrere Möglichkeiten: 1) Es ist ein Teil des Coracoradialis proprius, der im kranialen Abschnitt pectoral blieb und als Pectoralis minimus mit humeraler Insertion bei den Beutlern normal, beim Menschen als Varietät bekannt ist, im kaudalen Abschnitt aber seine Muskelmasse gegen den Arm verschob und unter Schwund der Strecke zwischen primitivem Ursprung und Schulter eine sekundäre Befestigung in der nächsten Umgebung des Schultergelenks gewann; — 2) Es ist aus dem Caput breve (Coracoradialis) durch Ueberwandern von Muskelbündeln auf die ehemalige, als Lig. humero- oder capsuloradiale persistirende Endsehne des Coracoradialis proprius entstanden, ein Bildungsmodus, der die grössere Wahrscheinlichkeit für sich hat oder wenigstens der häufigere ist, zugleich der einzige für die Erklärung des Zustandekommens der überzähligen Bicepsköpfe; — 3) Es kommen vielleicht gelegentlich die beiden vorhergenannten Bildungsmodi gleichzeitig nebeneinander vor.

Versuchen wir jetzt noch, ob zur Erzielung eines endgiltigen Resultats sich vielleicht die Innervation verwerten lässt. Der Coracoradialis proprius der Urodelen wird durch den diazonalen N. supracoracoideus mit Fasern aus den beiden ersten Plexuswurzeln versehen; der Epicoracoradialis des Ornithorhynchus erhält seinen Hauptnerven mit dem für den Pectoralis minor aus dem diazonalen N. supracoracoideus, daneben aber noch ein paar zarte Fäserchen aus dem metazonalen Nerven für den Coracoradialis und Coracobrachialis longus;[1]) der lange Kopf des Biceps brachii der übrigen Säuger wird ebenfalls aus den kranialen Plexuswurzeln (C_5C_6 beim Menschen) innervirt, ihrem Verlauf nach sind die Bicepsnerven metazonal zu nennen. Läge nun nicht bei Ornithorhynchus der deutliche Fall vor, dass die ursprünglich rein diazonalen Nervenfasern sich bereits teilweise metazonalen Bahnen anschliessen, so würden wir, wie wir es auch sonst des Oeftern sehen, für die erste und dritte der aufgestellten Möglichkeiten erwarten müssen, dass der lange Bicepskopf seinen Nerven, also einen Zweig aus dem N. thoracicus ant. externus, bei seiner Wanderung lateralwärts mitgenommen hätte und sich dadurch als echter Abkömmling des Coracoradialis proprius legitimirte. So aber lässt uns diese Berechnung im Stiche. — Der Coracobrachialis longus der Urodelen entspringt am Kaudalrand des Korakoids und bezieht durch die Nn. coracobrachiales Fasern aus den 3 kaudalen der 4 Plexuswurzeln; der kurze Bicepskopf des Menschen wird aber wie der lange aus dem kranialen Plexusabschnitt innervirt. Die neue Schwierigkeit, die sich hier zu erheben scheint, lässt sich, glaube ich, durch die bei den Urodelen ja bereits in die Augen fallende Anteilnahme lediglich des lateralen, also mehr kranialen Abschnitts des Coracobrachialis long. an der Bildung eines kurzen Bicepskopfes beseitigen. Wir brauchen also nicht zu der immerhin etwas bedenklichen Annahme zu greifen, dass der Coracobrachialis longus bei der Wanderung von seinem frühern an seinen jetzigen Ursprungsort allmälig Material

---

[1]) Die nervöse Natur der Fasern habe ich mikroskopisch festgestellt. Leider war mein Exemplar von Ornithorhynchus durch eine frühere, ziemlich summarische Entfernung des ganzen Intestinaltraktes derart mitgenommen, dass ich über den Ursprung der Nerven im Plexus nichts berichten kann.

aus mehr kranial gelegenen Metameren zu seinem Aufbau verwandt habe. Da mir nun die Ableitung des kurzen Bicepskopfes vom Coracobrachialis longus ganz einwandsfrei erscheint, daneben die Innervation sich zu Gunsten der zweiten Entstehungsmöglichkeit des langen Kopfes ohne Bedenken verwerten lässt, so halte ich vorläufig an der letztern fest.

Dem Coracobrachialis des Menschen und der meisten Säuger würde nun der Teil des Coracobrachialis longus der Amphibien, der seinen Ansatz am Humerus beibehält, zu homologisiren sein. Die ursprünglich medial-dorsal zu dem Blutgefäss- und Nervenbündel gelegene Insertion wandert allmälig am Humerus proximalwärts und mit Hilfe eines Sehnenbogens in der Faszie auf die laterale Seite der Gefässe und Nerven. Die einzelnen Etappen sind uns in den oft vorhandenen abnormen Insertionen des Coracobrachialis in die Faszie der medialen Oberarmfläche, in das Lig. intermusculare und an den Epicondylus medialis erhalten. Bei Säugern mit Foramen supracondyloideum geht die Rückwärtswanderung über die knöcherne Schlussspange des Loches. — Da wir den ganzen Coracobrachialis longus der Urodelen dem Adductor longus fem. homologisirt haben, so kann der letztere im normalen Coracobrachialis des Menschen und der Säuger zunächst nur ein inkompletes Homologon besitzen; berücksichtigen wir aber auch die Innervation, für Adductor long. aus L_2L_3, für Coracobrachialis aus $(C_6)C_7$, so dürfen wir die Homologie nur als imitatorische betrachten. Diese grosse Innervationsdifferenz besteht nicht zwischen dem Adductor long. hom. und dem Coracobrachialis long. der Urodelen. Denn der letztere erhält, wie eben erwähnt, nur aus der ersten der vier Wurzeln des Plex. brachialis keine Fasern. Wir müssen danach für den Coracobrachialis des Menschen annehmen, dass die aus den mehr kaudal gelegenen Metameren stammenden Bündel geschwunden sind und, wie für die Bildung des kurzen Bicepskopfes, von dem Coracobrachialis long. der Urodelen nur die kranialen (lateralen) Teile zur Homologisirung herangezogen werden können, etwa nur der Teil, der bei Menopoma bereits Neigung zeigt, sich von der übrigen Masse zu isoliren (cf. pg. 90 [176]). Dementsprechend würde also der Adductor longus der Säuger dem medial-kaudalen Teil des Coracobrachialis long. der Urodelen zu homologisiren sein.

Die Flexores cruris. — Die Gruppe des Cap. longum bicipitis fem., des Semitendinosus und Semimembranosus besitzt, worauf bereits mehrfach hingewiesen, ihr Homologon am Schultergürtel der Amphibien im Coracoradialis proprius. Dieser Muskel zeigt besonders bei den Anuren das Bestreben, seinen Bauch mehr an die Oberfläche zu bringen. Der Grund dafür liegt augenscheinlich in Differenzen der Funktion der Schultergliedmassen bei Urodelen und Anuren, und so ist es wol auch auf die funktionelle Verschiedenheit von Schulter- und Beckengliedmasse zurückzuführen, dass die dem Coracoradialis homologe Muskelgruppe mit ihrem Ursprunge ganz an die Oberfläche gelangt ist. Sie hat sich kaudal neben den Ursprung des Adductor magnus gesetzt, aber die oberflächliche Lage zu der Rotatorengruppe, dem Homologon des Supracoracoideus profundus der Urodelen, bewahrt.

Die Zerteilung der Gruppe in Semitendinosus, Semimembranosus und langen Bicepskopf ist erst eine sekundäre, wie schon aus dem auch bei den Säugern und beim Menschen gelegentlich noch anzutreffenden, völligen Zusammenfluss der Ursprünge, aus konjungirenden Bündeln und aus den verschiedenen überzähligen Insertionsfaszikeln hervorgeht. Die Teilung in ein mediales und laterales Bündel ist jedenfalls sehr früh erfolgt, denn bei den Urodelen sehen wir die vollständig einheitlich vom kaudalen Ende des Ischium entspringende Muskelmasse bereits in einen Ischiotibialis, der sich distal vom Gracilis (Pubo-ischio-tibialis de Man) an die Tibia ansetzt, und in einen Ischioflexorius gespalten, dessen Sehne sich schräg auf die Beugermuskulatur des Fusses und der Zehen inserirt. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass der Ischiotibialis dem Semitendinosus und Semimembranosus entspricht, der Ischioflexorius dagegen dem langen Bicepskopf. Die bestimmte Insertion des letztern an das Capitulum fibulae ist hier noch nicht vorhanden, sie wird erst später erworben. — Bei Ornithorhynchus setzt sich der dreieckig ausgebreitete lange Bicepskopf nur wenig an die in Muskeln vergrabene Fibula, nämlich an die Spitze des Peronekranon und an den Anfang des distalen Drittels, wo die Unterschenkelmuskulatur ihre Sehnen entwickelt; im übrigen erreicht sie als dünne Aponeurose von lateral her die Crista tibiae in den proximalen zwei Dritteln. Semitendinosus und Semimembranosus

bilden noch eine ziemlich einheitliche, gleichmässig fleischige Masse, die dem Ischiotibialis der Urodelen in Ursprung und Ansatz auffallend ähnelt; aber es fehlt jede Spur einer Zwischensehne im Semitendinosus-abschnitt. — Bei den Marsupialiern besteht nur eine Faszieninsertion des langen Bicepskopfes bezw. durch deren Vermittlung eine Insertion an die Tibia (bei Didelphys cancrivora jedoch auch an das proximale Ende der Fibula); ebenso scheint es sich bei den meisten Affen und den Anthropoiden zu verhalten, wo der lange Bicepskopf gewöhnlich (ausser bei Chimpanse und Gibbon) vom kurzen ganz getrennt ist.

Bei den Beutlern kommt eine Komplizirung der ganzen Flexoren-gruppe hinzu, auf die hier noch etwas näher eingegangen werden muss. Nach CUNNINGHAM besteht bei Cuscus der Biceps fem. aus 2 Portionen, dem Biceps proprius vom Tuber ischii und einer Kaudal-portion. Die letztere ist ein bandartiger Muskel, der von den Quer-fortsätzen der ersten beiden Kaudalwirbel, bedeckt vom Agitator caudae, entspringt, über den Biceps propr. hinweg zieht, hinter dem Kniegelenk ein dünnes Muskelbündel an den Semitendinosus schickt und sich dann in zwei Abteilungen zerlegt, deren tibiale aponeurotisch die subkutane Tibiafläche, distal vom Semitendinosus, erreicht, während die fibulare mit dem Distalrand des Biceps propr. verschmilzt. — Bei Thylacinus ist von dieser oberflächlichen Kaudalportion noch eine tiefe zu unterscheiden; die oberflächliche kommt von den Querfortsätzen des 2. und 3. Schwanzwirbels, geht über den Biceps propr., schickt ein Bündel an den Semitendinosus, spaltet sich dann wie bei Cuscus, wird aber in der tibialen Partie verstärkt durch ein Bündel des Semi-tendinosus, in der fibularen, die sich selbständig distal an die Unter-schenkelfaszie inserirt, durch ein Bündel vom Biceps proprius. Die tiefe Kaudalportion entspricht dem Accessorius bicipitis (HAUGHTON), entspringt vom Querfortsatz des 1. Kaudalwirbels in der gleichen Ebene mit der oberflächlichen Portion, überlagert vom Agitator caudae, geht dann aber unter dem Biceps propr., lateral zum N. ischiadicus, weg und distal von ihm in die Unterschenkelfaszie. — Der Accessorius bicipitis ist von MACALISTER nur noch bei Sarcophilus, von YOUNG aber auch beim Opossum, von MAC CORMICK bei Dasyurus viverrinus beobachtet. Der letztgenannte Autor lässt die oberflächliche Kaudal-portion vom 1. und 2. Kaudalwirbelquerfortsatz entspringen, sich mit

der den ganzen Semitendinosus durchsetzenden Zwischensehne verbinden und dann am Medialrand der Kniekehle entlang zur Tibia, distal vom Gracilis. verlaufen. Von der Zwischensehne, die übrigens die oberflächliche Kaudalportion auch durchschneiden soll, entwickelt sich ein weiteres accessorisches Bündel, das sich an die Unterschenkelfaszie zwischen Biceps propr. und Accessorius (Haughton) inserirt. Coues beschreibt bei Didelphys virginiana nur eine oberflächliche Kaudalportion unter dem Namen eines Crurococcygeus; er entspringt mit flacher Sehne vom Querfortsatz des 3. Kaudalwirbels, geht über den Ursprung des Biceps propr., setzt sich an eine partielle Zwischensehne des Semitendinosus, trennt sich aber gleich wieder von diesem Muskel und teilt sich in 2 divergente Bündel, von denen das fibulare, distal dem Biceps angeschlossen, in die Unterschenkelfaszie ausstrahlt, das tibiale sich distal vom Semitendinosus an die Tibia inserirt. Bei Didelphys philander finde ich sehr ähnliche Verhältnisse, muss aber besonders erwähnen, dass die oberflächliche Kaudalportion an der (ganz durchschneidenden) Zwischensehne des Semitendinosus aufhört, die beiden zum Unterschenkel ziehenden Bündel aber ohne direkten Faserübergang aus der Kaudalportion von der Zwischensehne ihren Ursprung nehmen. Ganz ebenso verhält es sich bei Didelphys cancrivora. Da aber findet sich ausserdem unter (medial zu) dem Biceps. lateral vom N. ischiadicus, ein überaus zartes Muskelstreifchen, das mit kaum wahrnehmbarer Sehne von der dem Biceps zugewandten Fläche der Insertion des Glutaeus maximus im Anfang des mittlen Schenkeldrittels beginnt und unter dem Kaudalrand des Biceps hervortretend in die Unterschenkelfaszie über dem lateralen Gastrocnemius und den Peronei ausstrahlt. Lage und Insertion gestatten, diesen Muskel als Rudiment eines Accessorius bicipitis Haughton zu betrachten. — Bei Ornithorhynchus ist von diesem Accessorius keine Spur vorhanden, dagegen kann man die oberflächliche Kaudalportion der Beutler wol in einem Muskelbündel erkennen, das nach Coues von einer partiellen Inscriptio des alles überlagernden Gracilis sich seitlich zur Kloake begibt. Da an meinem Exemplar die Kloake herausgeschnitten war, so ist es nicht unmöglich, dass ein derartiges Bündel dabei ruinirt worden ist; ich fand aber unter dem Kaudalrand des Glutaeus maximus einen andern, schwachen Muskel, der mit 2

Zacken ungefähr 3 Wirbelbreiten kaudalwärts zum Piriformis teils von der Faszie über dem Ileocaudalis, teils von einem Querfortsatz eines Kaudalwirbels entsprang, gegen die Mitte des kaudalen Gracilisrandes verlief und dort mit schmaler, schwacher Sehne in der Faszie, nicht an einer Inskription, endete. — Bei den urodelen Amphibien sehen wir einen kräftigen Caudofemoralis anterior, einen Teil des Caudali-ischio-tibialis (de Man), von den untern Bögen des 4. und 5. Schwanzwirbels kommen, dessen Sehne zum Teil in die Faszie auf der Ventralfläche des Ischiotibialis einstrahlt, zum grössern Teil aber sich in eine nur halb durchschneidende Zwischensehne am Anfang des mittlen Drittels des Ischiotibialis und des Ischioflexorius (in geringerm Grade) einsenkt. Die Zugrichtung dieses Caudofemoralis steht ziemlich senkrecht auf der der Flexoren, sodass sich hieraus das Vorhandensein der Schaltsehne erklärt. Denn dass diese Schaltsehne nicht durch Aneinanderwachsen zweier verschiedener Muskeln wie z. B. die des Cephalohumeralis der klavikellosen Sänger entstanden, sondern von aussen in den Muskel hineingetrieben ist, zeigt sich in dem ununterbrochenen Durchgang fast der Hälfte der Muskelfasern vom Ischium zum Unterschenkel und ganz besonders in der Innervation durch einen Zweig aus dem ventralen Abschnitt des grossen Beinnerven. Der Caudofemoralis erhält dagegen seinen Nerven aus der letzten Wurzel des Plexus direkt. Distal von der partiellen Zwischensehne erfährt die Flexorenmasse eine Faserzunahme, indem sowol ein Zuschuss zum Ischioflexorius als zum Ischiotibialis von der Zwischensehne entspringt;[1]) daneben aber geht noch ein konjungirendes Bündel von der Zwischensehne des Ischioflexorius zum Ischiotibialis. Lassen wir diese Zuschussbündel sich nur wenig mehr isoliren, so erhalten wir den überzähligen gespaltenen Muskel der Beutler. Der Zug des Caudofemoralis an der Zwischensehne des Ischiotibialis begünstigt

---

[1]) Durchaus analoge Bildung von Schaltsehnen findet sich gar nicht selten. Wenn sich z. B. ein aponeurotischer Zipfel des Biceps brachii auf den Pronator teres oder den Brachioradialis, ein accessorisches Insertionsbündel des Semitendinosus auf den Gastrocnemius, eine tief gelegene Portion des Extensor brevis digg. pedis auf einen Interosseus heftet, so dringt oft eine Schaltsehne bis zu einiger Tiefe in den betr. Muskel ein, wobei dann proximal sich Muskelfasern an die Schaltsehne inseriren, distal solche davon entspringen.

eine Abspaltung der inskriptionslosen Fasermasse, in Gestalt des kranialwärts gelegenen Semimembranosus, von dem mehr kaudal befindlichen Semitendinosus mit seiner Schaltsehne. Auch auf den Ischioflexorius muss sich die Wirkung des Caudofemoralis entsprechend äussern; da aber hier die Zwischensehne weniger tief eindringt, werden sich in der Hauptsache nur die von der letztern entspringenden Verstärkungsbündel abheben, sodass neben einem glatten Biceps ein lateral von der Zwischensehne des Semitendinosus entspringender, auf den Unterschenkel ausstrahlender Muskel resultiren wird. So lassen sich die komplizirten Verhältnisse bei den Beutlern ohne Schwierigkeiten von den primitiveren Einrichtungen der Urodelen ableiten; bei Thylacinus ist sogar noch als Uebergangsstadium ein konjungirendes Bündel des Biceps an den überzähligen, fibularen Flexor vorhanden. Cunningham erwähnt nichts von einer Schaltsehne in seiner oberflächlichen Kaudalportion des Biceps, findet eine solche im Semitendinosus auch nur bei Thylacinus und hält sie da überhaupt für ein seltnes Vorkommnis bei den Marsupialiern. Bei den drei hier erwähnten Didelphysarten und bei Dasyurus (Mac Cormick) scheint jedoch die Schaltsehne im Semitendinosus (wenn auch nur partiell) wie zwischen der oberflächlichen Kaudalportion und den accessorischen, oberflächlichen Insertionsbündeln konstant vorhanden zu sein. Cunningham lässt ferner die Innervation des Biceps und seiner verschiedenen accessorischen Bündel, des Semitendinosus und Semimembranosus gleichmässig durch den gemeinsamen Flexorennerven geschehen. Ich finde dagegen die oberflächliche Kaudalportion bis zur Schaltsehne von einem gesonderten, nicht mit dem Flexorennerven zusammenhängenden Zweig aus dem Pudendokaudalbündel versehen, während die beiden accessorischen Insertionsbündel ihre Nerven aus dem Zweig für den Semitendinosus erhalten. Da bei Didelphys eine echte tiefe Kaudalportion, ein Accessorius bicipitis, nicht vorhanden ist, vermag ich über deren Innervation nichts zu berichten. Der von mir bei Didelphys cancrivora geschilderte zarte Muskel, der sich vielleicht als Rudiment eines solchen Accessorius betrachten lässt, wurde von einem feinen Zweig des N. peroneus versorgt, gehört also sicher nicht zum (langen Kopf des) Biceps. Ich halte auch die oberflächliche Kaudalportion bis zur Schaltsehne nicht für einen Bestandteil der eigent-

lichen Bicepsgruppe. Es ist freilich schwer zu sagen, ob man diese Portion, den Caudofemoralis anterior der Urodelen, als ventralen oder dorsalen Abkömmling der Schwanzmuskulatur im Sinne der Einteilung der Extremitätenmuskeln bezeichnen soll, da am Kaudalende des Plexus cruralis die Trennung der Nerven in dorsale und ventrale nicht mehr möglich ist. Entsprechend der Lage seines Bauches bei den Urodelen zwischen dem rein ventralen Ischiocaudalis und dem dorsolateralen Caudofemoralis posterior, dem Homologon des Piriformis, gehört er zu der ventrolateralen Muskulatur. Schwierig ist auch seine ursprüngliche Insertion zu bestimmen. Aus den verschiedenen Bildern erhält man den Eindruck, als ziehe der Muskel seine Insertion allmälig von der Extremität zurück, vielleicht vom Knochen abgedrängt durch die stärkere Ausbildung der Oberschenkelmuskulatur. Ich möchte ihn daher auch als einen kaudalen Uebergangsmuskel der Extremität bezeichnen, gebildet aus dem Muskelmaterial, welches die kranialwärts wandernde Extremität an ihrem Kaudalrande ausscheidet und zurücklässt.

Die ungeschwänzten Säuger und der Mensch verlieren normal den Caudofemoralis, ebenso die beiden oberflächlichen, accessorischen Insertionsbündel, aber die Schaltsehne des Semitendinosus wird konservirt; von Testut ist auch einmal im Biceps eine partielle Zwischensehne an der hintern Oberfläche gefunden worden. Als Rückschlagsbildungen können aber die genannten Teile gelegentlich wieder auftreten. So beschreibt Testut ein überzähliges Ursprungsbündel des Biceps, das er bei einem Neger antraf, als dreieckigen Muskel: am Ursprung vom Steissbein nur wenig gegen den Glutaeus max. abgesetzt isolirte er sich von diesem am Tuber ischii und verlor sich in der Masse des Biceps, teilweise auch des Semitendinosus, sodass diese also 2 Ursprünge besassen. Von einer Zwischensehne sagt Testut ebensowenig wie Macalister und Wood bei ihren ähnlichen Fällen, obwol ich wenigtens bei Testut und Wood vermute, dass sie vorhanden war. Eine eigene Beobachtung zeigte mir nach Abhebung des Glutaeus max. einen von diesem gut getrennten, flach spindelförmigen Muskel, der mit platter Sehne vom Rande des Kreuzbeins zwischen Kaudalrand des Piriformis und den kranialwärts ausstrahlenden Bündeln des Lig. sacrotuberosum entsprang., dorsal über den N. ischiadicus, aber durch eine

Schlingenbildung des N. cutan. fem. post. ging, über dem Quadratus fem. sich zu einer etwa fingerlangen dünnen Sehne verschmälerte, um sich dann in der Höhe des distalen Glutaeusrandes wieder zu muskuliren und nach kurzem Verlauf sich lateral dem langen Bicepskopf vor der Vereinigung mit dem kurzen anzuschliessen. Der proximale Bauch wurde von einem mit dem N. perforans lig. sacrotuberosi eine Strecke weit verlaufenden Nervenfaden, der distale dagegen von dem Nerven des langen Bicepskopfes versorgt. Wir haben hier in dem proximalen Bauch augenscheinlich einen Rest des Caudofemoralis vor uns.[1]) Eine

[1]) Bei dieser Gelegenheit möchte ich der zuerst von SABATIER aufgestellten von TESTUT adoptirten Behauptung entgegentreten, dass der Biceps fem. primär von der Wirbelsäule entsprungen sei und erst sekundär den Ursprung am Tuber ischii gewonnen habe, wobei das Lig. sacrotuberosum den Rest des proximalen Muskelabschnitts darstellen soll. Es spricht keine einzige der bekannten Thatsachen für eine derartige Annahme, und wenn TESTUT mit SABATIER den langen Kopf des Biceps bei den Urodelen konstant von der hintern Region des Ileum entspringen lässt, so ist das ein Irrtum. Denn der Biceps hat als reiner Extremitätenmuskel keine Beziehungen zur Kaudalwirbelsäule gehabt und auch nicht etwa sekundär erworben; als ventraler Muskel entspringt er am ventralen Teil des Beckengürtels und war daher bei der ursprünglichen Lage des letztern früher weiter von der Wirbelsäule entfernt als jetzt. — Das Lig. sacrotuberosum lässt sich eher auf einen, dem Biceps völlig fremden Muskel zurückführen, dessen Metamorphose man bei den Marsupialiern studieren kann. Bei Didelphys philander entspringt von den gleichen Kaudalwirbelquerfortsätzen wie die sog. oberflächliche Kaudalportion des Biceps, aber ventral zu ihr, ein kräftiger Muskel, — nennen wir ihn Caudofemoralis profundus —, der über das Tuber ischii hinweg, medial am N. ischiadicus entlang läuft, zuerst vom Glutaeus max., weiterhin vom Biceps überlagert wird und sich an die distalen drei Fünftel des Schenkels bis zum Condyl. lateralis herab ansetzt. Die Nerven an die Flexores cruris gehen unter ihm weg, doch erhält er nicht davon, sondern von pudendo-kaudalen Zweigen seine Innervation. Bei Thylacinus und Cuscus kommt nach CUNNINGHAM ein Ischiofemoralis als sehr dünnes Muskelband von dem Lig. sacrotuberosum und inserirt sich distal vom Trochanter mai. zwischen Glutaeus max. und Adductor magn. an das Femur. Die Lageverhältnisse zu den Nerven sind die gleichen wie bei Didelphys philander. Dieser Muskel ist nach der Beschreibung von COUES bei Didelphys virginiana nicht vorhanden, auch bei Didelphys cancrivora fehlt er zugleich mit dem Lig. sacrotuberosum. MAC CORMICK schildert den Ischiofemoralis bei Dasyurus viverr. als Y-förmigen Muskel mit einem sehnigen Ursprung von den Querfortsätzen des letzten Sakral- und ersten Kaudalwirbels und einem aponeurotischen vom Ischium zwischen Biceps und Quadratus

Anomalie der in Rede stehenden Gruppe rekapitulirt mehr oder weniger die oberflächlichen, accessorischen Insertionsbündel der Beutler und die primitive Insertion des Ischioflexorius der Urodelen. Auf der gegen den Semitendinosus gekehrten Fläche des langen Bicepskopfes entwickelt sich von dessen tief herabreichender Ursprungssehne, etwa in der Höhe der Schaltsehne des Semitendinosus, ein schmaler Muskelbauch, der dicht unter der Faszie durch die Kniekehle zieht, um über dem Gastrocnemius breit in die Wadenfaszie auszustrahlen. Dass gelegentlich von dieser Insertion wieder Muskelfasern des Gastrocnemius ihren Ursprung nehmen (Gruber), ist nichts Besonderes, dagegen interessirt vielmehr das Hinzutreten eines Muskelbündels von der Schaltsehne des Semitendinosus her; denn dadurch erhält die Anomalie ganz spezielle Aehnlichkeit mit den accessorischen Bündeln bei den Marsupialiern.

Versuchen wir jetzt eine Vergleichung des langen Bicepskopfes, Semitendinosus und Semimembranosus mit dem Biceps der Schultergliedmasse, so werden wir nach den Auseinandersetzungen über die Entstehung des letztern nur eine inkomplete Homologie mit dem Cap. longum bicipitis brachii erhalten bei der Annahme, dass dieses aus einem Teil des Coracoradialis propr. der Urodelen abzuleiten sei und wir müssten dann den Pectoralis minimus mit in die Homologie einbegreifen, den kurzen Bicepskopf jedoch ausschliessen. Auch die Vergleichung der Innervation liefert uns kein andres Ergebnis, denn der Biceps brachii wird aus $C_5 C_6$, die drei Komponenten der Flexores cruris aber werden von L_4—S_2 (S_3) versorgt. Nimmt man hingegen die Entstehung des ganzen Biceps brachii aus dem vom Coracobrachialis longus

---

fem.; beide Köpfe bilden einen Sehnenbogen. Der Ansatz am Schenkel reicht vom Trochanter mai. bis zum Condyl. medialis und wird distal noch von den Poplitealgefässen durchbohrt. — Das Verhalten des Muskels bei Dasyurus bietet m. E. das Bindeglied zwischen dem reinen Caudofemoralis profundus ohne Lig. sacrotuberosum und dem reinen Ischiofemoralis mit einem solchen. — Nebenbei mag darauf hingewiesen sein, dass der Caudo- oder Ischiofemoralis als kaudale Fortsetzung des Piriformis erscheint. — Ornithorhynchus, dem das Ligament ebenfalls völlig fehlt, zeigt einen Caudofemoralis profundus, der sich nur etwas kompendiöser an das Femur inserirt als bei Did. philander. Bei den Primaten ist weder ein Caudofemoralis prof. noch ein Ischiofemoralis erhalten.

abgespaltenen Caput breve an, so darf man höchstens von einer imitatorischen Homologie sprechen. Ein derartiges Resultat muss befremdlich erscheinen, zumal wenn wir im Folgenden noch einige Analogien in der Ausbildung der beiden Muskelgruppen kennen gelernt haben werden. Ich gestehe, dass ich selbst wenig davon befriedigt bin, obwol keine andre Muskelgruppe mich solange bei der Feststellung der Homologien aufgehalten, keine mich so viele Bedenken gekostet hat. Von welcher Seite ich aber die Sache betrachten mochte, ich gelangte immer wieder an dasselbe Ende. Vielleicht ist ein Andrer glücklicher als ich.

Die Imitation in den Formen ist gelegentlich geradezu ausserordentlich. Doch möchte es sich, wenigstens von meinem jetzigen Standpunkte aus, mit dieser Aehnlichkeit ebenso verhalten wie mit der zwischen Seh- und Hörorgan, die, wie SCHWALBE ausgeführt hat, sich bis ins Detail in Parallele stellen lassen, obschon wir genau die total verschiedene Entwicklung der beiden kennen.

Der Insertion des Biceps fem. am Capitulum fibulae entspricht der Ansatz des Biceps brachii an der Tuberositas radii, dem Ansatz des Semitendinosus an der Tibia ist der zur Ulna ziehende Lacertus fibrosus zu vergleichen. Ich habe Fälle gesehen, wo fast der ganze Lacertus als Sehne eines starken accessorischen, vom Humerus bezw. von der Insertion des Coracobrachialis kommenden Bicepskopfes erschien. Der Ursprung dieses Kopfes ist häufig ein Sehnenbogen über einer kleinen Arterie, an dem sich auch noch eine Anzahl Coracobrachialisbündel inseriren. Es gehört nun wenig Phantasie dazu, sich diese Coracobrachialisbündel und den accessorischen Bicepskopf ganz vom Knochen abgehoben zu denken: dann hat man das Bild eines Muskels mit einer Schaltsehne, eines Semitendinosus, selbst bis ins Einzelne, wie die Lage des Ursprungs und des Bauches medial zum Biceps und die Insertion an die Kante der der Tibia homologen Ulna. — Ein radialwärts vom Biceps über den Brachioradialis weg in die Faszie des Vorderarms und mittelbar an die Ulna gelangender Lacertus ist nichts Seltenes; er würde der Insertion des Biceps fem. an die Tuberositas lateralis tibiae (durch Vermittlung der Faszie) zu vergleichen sein. — Höchst merkwürdig ist aber die allerdings sehr seltene Imitation des Semimembranosus: vom kurzen Kopf des Biceps löst sich

ein Bündel ab und geht noch oberhalb der Ellenbeuge in eine schlanke Sehne über, die sich etwa vor der Trochlea in zwei Bündel spaltet; das eine davon setzt sich ventral zur Sehne des Brachialis int. an den Proc. coronoides ulnae und an die sehnigen Ursprungsbögen des tiefen Pronatorkopfes, das andere schlüpft unter den Brachialis int. und strahlt transversal in die ventrale Wand des Kubitalgelenks aus. Aehnliche Fälle sind bei Henle und Testut erwähnt. —

Der kurze Kopf des Biceps femoris gehört nicht zu der gemeinhin als Flexores cruris bezeichneten Gruppe, speziell auch nicht zum langen Kopf. Schon Welcker hat darauf hingewiesen, dass „der M. biceps des Beines keine rechte anatomische Einheit ist", denn der lange Kopf werde von der Pars tibialis N. ischiadici, das Cap. breve von der Pars peronea innervirt. Der kurze Kopf ist in der That ein Derivat der dorsalen Gliedmassenmuskulatur und erst sekundär in Verbindung mit dem funktionell sehr nahe stehenden langen Bicepskopf getreten. Bei den Anthropoiden, fast den einzigen Säugern, denen ausser dem Menschen ein kurzer Bicepskopf zukommt, ist ausser bei Hylobates (Kohlbrügge) die Trennung der beiden Köpfe noch eine vollständige. Das auffallende Fehlen des Muskels dürfte wol von dem Gesichtspunkte aus zu betrachten sein, dass durch das Ueberwiegen der Masse des langen Kopfes eine Rückbildung des kurzen erfolgte, zumal er bei der kräftigen Entwicklung der übrigen Unterschenkelbeuger funktionell entbehrlich war. Da mir der oben bei Besprechung des langen Bicepskopfes geschilderte Accessorius bicipitis (Haughton) nicht aus eigner Anschauung bekannt ist, Cunninghams Beschreibung aber mich besonders hinsichtlich der Innervation im Zweifel lässt, so vermag ich vorläufig nicht zu entscheiden, ob dieser Accessorius in irgend welche Beziehung zu dem kurzen Bicepskopf der Primaten zu bringen ist. Der von mir bei Didelphys cancrivora gesehene Muskel dagegen setzt einer Vergleichung keine Schwierigkeiten entgegen: Ursprung von der Insertion des Glutaeus maximus, Lage unter dem langen Bicepskopf, lateral zum N. peroneus, Versorgung durch diesen, Insertion fibular in die Unterschenkelfaszie, — Alles spricht direkt zu Gunsten der Vergleichung, doch müssen wir aus Mangel an hinreichendem Material die Frage vorläufig in suspenso lassen. — Bevor der lange Biceps-

kopf seine Insertion über die Rückfläche des Unterschenkels vollständig auf die fibulare Seite verschoben hatte, lag der kurze Bicepskopf noch oberflächlich wie der Femoro-fibularis longus der urodelen Amphibien, der distal von dem Trochanter maior entspringt, sich breit an die distalen drei Viertel der freien Fibulakante ansetzt und von einem, zum Teil dem N. peroneus der Sänger entsprechenden Nerven versorgt wird.

An der Schultergliedmasse finden wir nur einen Muskel, der nach Lage, Verlauf, Innervation (und Funktion) mit dem kurzen Bicepskopfe verglichen werden kann, nämlich den Brachioradialis (Supinator longus). Dieser wird aus C_5C_6, jener aus L_5S_1 (S_2) innervirt: die antitrope Gegenüberstellung des Plexus ergibt eine annähernd komplete Homologie. — Die Versuche, den kurzen Bicepskopf mit dem Brachialis int. zu homologisiren, wie sie von einem Teil der Syntropisten angestellt wurden, sind verfehlt, weil sie nicht auf die Innervation Rücksicht nehmen; aus diesem Grunde ist auch FOLTZ' Vergleich mit einem accessorischen Bicepskopf des Arms unhaltbar. Nur WILDER hat, auch ohne Innervation, durch rein muskelmorphologische Erwägungen die Homologie mit dem Brachioradialis erkannt. — Die oft beobachteten Verbindungen von Bündeln des Biceps oder Brachialis int. mit dem Brachioradialis erfolgen stets unter Einschaltung einer Zwischensehne und erklären sich aus der funktionellen Aehnlichkeit der betreffenden Muskeln, ganz wie die Verbindung des langen und kurzen Kopfes am Biceps femoris. Seine ehemaligen engern Beziehungen zu dem Supinator (brevis) zeigt der Brachioradialis gelegentlich noch, indem er ein plattes Bündel von seinem Medialrand abspaltet und über den oberflächlichen Radialisast hinweg an die Insertion des Supinator schickt. Bei den Urodelen erscheinen beide Muskeln noch als zusammenhangende Masse.

Es bleibt uns jetzt am Arm der Brachialis internus, am Bein der Popliteus übrig, beides Derivate der ventralen Extremitätenmuskulatur. Die meisten Syntropisten homologisiren den Popliteus dem Pronator teres, im Speziellen dessen tiefer Portion. Das ist natürlich das Nächstliegende, solange man die Tibia homolog dem Radius, den Condylus lateralis femoris homolog dem

Condylus medialis humeri setzt. Sobald man aber auf den supponirten Torsionseffekt am Humerus verzichten muss, kann vorläufig dem Condyl. lat. fem. nur der laterale Epicondylus des Humerus gegenübergestellt werden, und die angenommene Homologie wird schon dadurch hinfällig. Nach WILDER und COUES entspricht der Popliteus dem Brachialis internus, und ich kann mich dieser Ansicht nur anschliessen. Die urodelen Amphibien lassen uns diesmal im Stich, denn bei ihnen ist keine dem Popliteus ähnliche Bildung zu finden; die einzige vom Condyl. lat. fem. entspringende Muskelportion geht in den breiten Plantaris superficialis über. Der Muskel fehlt auch einer ganzen Reihe niederer Säuger. TESTUT und andere wollen in diesen Fällen den vorhandenen Interosseus cruris (Pronator tibiae) als Popliteus auffassen. Bei den Beuteltieren füllt der Interosseus cruris den ganzen Zwischenknochenraum des Unterschenkels aus und wird auch im proximalen Abschnitt von den Ursprüngen des Flex. digg. tibialis und des Tibialis post. überlagert. Die Vasa tibialia antt. treten am proximalen Rand unter den Muskel, die Nerven vom Tibialis zwischen Flexor digg. tibialis und Tibialis post. hindurch in die Hinterfläche, einer auch zwischen Tibialis post. und Flexor digg. fibularis, bis gegen das distale Ende der Fibula verfolgbar. Bei den Urodelen läuft der Nerv unter dem Interosseus cruris hin. Ornithorhynchus besitzt auch keinen echten Popliteus; der so bezeichnete Muskel entspringt vom proximalen Rand des Peronekranon tibial neben dem lateralen Kopf des Gastrocnemius, liegt also oberflächlich zu den Ursprüngen des Flexor digg. tibialis und Tibialis post. und inserirt sich ähnlich dem Popliteus der höheren Säuger an die Tibia. Grössere Blutgefässe treten nicht unter seinen Proximalrand; die Nervenzweige werden von dem an den Flexor digg. tibialis gehenden Tibialisast in die distale Fläche des Muskels entsandt, zugleich war aber ein zwischen Tibialis post. und Tibia verlaufender Nervenzweig bis in das lockere Bindegewebe zwischen den distalen Enden der Unterschenkelknochen nachweisbar. — Beim Menschen und bei den Anthropoiden gelangt der Popliteusnerv, gewöhnlich mit dem von HALBERTSMA genauer beschriebenen N. interosseus vereinigt, über die freie Rückfläche und um den Distalrand des Muskels herum in die dem Kniegelenk zugewandte Fläche oder, wie ich es beim Gorilla beobachtete, zwischen zwei Portionen des Muskels. Man könnte nun annehmen,

dass der sog. Popliteus des Ornithorhynchus den Rest des im distalen Abschnitt des Unterschenkels geschwundenen Interosseus cruris darstellte, dass ferner nach Rückbildung des Peronekranon und des bei Ornithorhynchus noch die ganze Lateralfläche des Condyl. lat. fem. bedeckenden Capitulum fibulae der Ursprung dieses Muskelrestes auf den lateralen Schenkelknorren übergetreten wäre, und dass bei dieser Gelegenheit der Muskel seinen Distalrand so eingerollt hätte, dass der Nerv mitgehen musste; denn wir sehen nirgends einen Muskelnerven Umwege einschlagen, wenn nicht Lageveränderungen des Muskels es bedingen. Wir hätten bei dieser Art der Betrachtung also den Popliteus nicht mit dem Brachialis internus, sondern mit dem Interosseus antebrachii, dem Pronator quadratus zu homologisiren. — Auf der andern Seite lässt sich die Verschiebung des Muskels auch so konstruiren, dass der schon nach dem Ausweis seiner Innervation ursprünglich weiter medianwärts am distalen Femurende ausgebreitete Ursprung allmälig lateralwärts verdrängt wurde, sodass die medialen Fasern sich über die lateralen lagerten; dann erhält man ebenfalls eine befriedigende Erklärung für den Verlauf der Nerven. Die Art, wie der Popliteus beim Menschen und Gorilla entspringt, lässt sich im Sinne beider Auffassungen verwerten. Denn die Hauptursprungssehne vom Condyl. lat. fem. hängt im Anfang normal eine Strecke weit mit einem kräftigen Faserstrang zusammen, der etwas rückwärts vom Lig. access. gen. laterale auf dem Capitulum fibulae endet. Ich entscheide mich lieber dafür, den oberflächlich gelegenen Muskel bei Ornithorhynchus als echten Popliteus zu betrachten, dessen Ursprung auf die proximalwärts stark verlängerte Fibula übergetreten ist, als dass ich die Homologie zwischen Popliteus und Brachialis internus aufgebe. Denn nach der Innervation ist die Homologie eine annähernd komplete, da der Popliteus aus $L_4L_5S_1$, der Brachialis aus C_5C_6 versorgt wird. —

2) Distaler und terminaler Abschnitt der Extremitäten.

Beim Uebergange zur Vergleichung der Vorderarm- und Unterschenkelmuskulatur mögen hier einige Vorbemerkungen Platz finden, die für das Verständnis einer Reihe auffälliger Befunde notwendig erscheinen. Sehen wir schon an den proximalen Abschnitten der Extremitäten durch die verschiedenartige Funktion Veränderungen auf-

treten, die den gemeinsamen morphologischen Grundplan stellenweise nur noch schwer erkennen lassen, so werden wir an den distalen Abschnitten die Spuren äusserer Einflüsse, Veränderungen im Sinne der funktionellen Anpassung in weit grösserem Umfange erwarten können. In der That müssen wir im Folgenden viel mehr von den äussern Formen abstrahiren; die Aehnlichkeit zwischen Vorderarm und Hand einerseits, Unterschenkel und Fuss anderseits, die als eigentliche Ursache der Homologisirung der Extremitäten in syntropistischem Sinne anzusehen ist, wird uns dann in einem ganz andern Lichte erscheinen.

Es ist früher darauf hingewiesen, dass an beiden Extremitäten der ursprünglich kraniale Rand funktionell eine grössere Wichtigkeit besitzt als der kaudale. Dementsprechend treffen wir hier zunächst eine stärkere Entwicklung des Stützgerüstes, bereits erkennbar an den distalen Enden von Humerus und Femur, besonders deutlich aber im mittlen und End-Abschnitte der Extremitäten: Radius und Daumenrand der Hand, Tibia und Grosszehenrand des Fusses. Der Unterschied in der Ausgestaltung von Radius und Tibia, wie er bei allen Säugern mit ausgebildeter Pronationsfähigkeit der Hand besteht, beruht wieder auf der verschiedenen Funktion beider. Das proximale Radiusende gestaltet sich immer kompendiöser, je ausgiebiger Pronation und Supination ausgeführt werden, während das distale Ende stark und breit den alleinigen Träger der Hand darstellt, deren Bewegungsfähigkeit durch eine Einspannung der Handwurzel zwischen beide Vorderarmknochen leiden würde. Deshalb tritt die Ulna in ihrem distalen Ende ganz zurück, übernimmt aber am Ellenbogen die Hauptverbindung gegen den Oberarm. So wird für die Bewegungen des Ergreifens und Festhaltens grösste Unabhängigkeit von Ulna und Ellenbogengelenk erzielt, indess für die Grundfunktion der Schultergliedmasse, das Vorwärtsziehen des Körpers, Ulna und Ellenbogengelenk ihre Bedeutung behalten. An der Beckengliedmasse bleibt selbst bei Ausbildung eines Greiffusses die Tibia der hauptsächliche Skeletteil des Unterschenkels: er hat die feste Verbindung in Knie- und Knöchelgelenk herzustellen, da der kaudalen Extremität die Grundfunktion, den Körper vorwärts zu schieben, vor Allem gewahrt wird; die Fibula wird statisch wesentlich nur im distalen Ende verwandt, um die Festigkeit im Knöchelgelenk zu erhöhen, und daher finden wir selbst bei hochgradiger Reduktion der

Fibula den Malleolus lateralis gut entwickelt. Doch ist hier nicht der Ort, näher auf die mannigfachen funktionellen Veränderungen in den einzlen Wirbeltierabteilungen einzugehen.

Die Muskulatur der in Rede stehenden Extremitätenabschnitte entspricht in ihrer Ausbildung ganz dem oben Gesagten: Der funktionswichtigere Rand ist in der Muskulirung bevorzugt, sowol im mittlen wie im Endabschnitt, für den letztern noch in besondrer Weise. Die Muskeln, die auf die Hand und speziell auf die Finger wirken, zeigen sichtlich die Tendenz, ihre Ursprünge gegen den kaudalen Rand der Extremität zu verschieben, also ulnar- bezw. fibularwärts. Dieses Bestreben besteht am deutlichsten bei den Amphibien, wo die Stellung der Extremitäten sich noch am primitivsten und die Grundfunktionen am reinsten erhalten haben, muss also wol damit zusammenhängen, dass der kraniale Rand an der Hand beim Vorwärtsziehen, am Fusse beim Vorwärtsschieben des Körpers am energischsten auf die jeweilige Unterlage aufgesetzt und die entsprechende Muskelwirkung durch die Schrägstellung begünstigt wird. Sobald dann aber die Extremitäten Nebenfunktionen übernehmen, tritt wieder eine mehr oder weniger tief greifende Umordnung der Muskelursprünge ein, wie wir es alsbald kennen lernen werden.

Neben dieser Bevorzugung der kranialen Ränder zeigen die terminalen Gliedmassenabschnitte, besonders die Hand, gerade hier eine deutliche Reduktion, die an den kranialen Randfingern bezw. Zehen beginnt, sich proximalwärts auf Metakarpus und Metatarsus erstreckt und sehr allmälig zuletzt auch die zugehörigen Karpal- und Tarsalelemente ergreift. Es ist früher einmal, wenn ich nicht irre, von v. Bardeleben der Gedanke ausgesprochen worden, dass die stärkern Muskelmassen an den Rändern der terminalen Gliedmassenabschnitte durch Anhäufung der Muskulatur geschwundener Randfinger und Zehen entstanden seien. Die Muskelverhältnisse an Hand und Fuss der Urodelen, speziell an den kranialen Rändern, könnten recht gut zur Begründung einer derartigen Hypothese verwandt werden, zumal wenn man gleichzeitig berücksichtigt, dass die kurzen Sondermuskeln der Randfinger auffallend schwach gegenüber denen der übrigen Finger entwickelt sind. Eine solche Reduktion schliesst ja nicht aus, dass gelegentlich auch wieder einmal eine sekundäre, progressive Entwicklung wie zur

Bildung eines Daumens und einer Grosszehe stattfindet. Die Ursache für die Reduktion lässt sich vielleicht darin suchen, dass bei der Fortbewegung des Körpers der Kranialrand der terminalen Gliedmassenabschnitte stets zuerst auf Widerstände trifft, den meisten Insulten ausgesetzt ist. Am Kaudalrand fehlen derartige, entwicklungshemmende Momente, und wenn da trotzdem Finger oder Zehen in Verlust geraten, so beruht das möglicherweise auf Nichtgebrauch.

Ein Blick auf die Nervenverteilung an den beiden Extremitäten lehrt uns nun aber, dass es sich noch um weit mehr als um den Verlust eines Praepollex und Praehallux während der phyletischen Entwicklung handelt. Wir sehen am Plexus brachialis wie am Plexus lumbosacralis die kaudalen Plexuswurzeln auffallend stark gegenüber den kranialen, und diese Massenzunahme kommt wesentlich auf Rechnung der Nerven für die Muskulatur und Haut der distalen Extremitätenabschnitte. Mit andern Worten: *Die distalen und besonders die terminalen Abschnitte beider Extremitäten entwickeln sich aus den kaudal gelegenen Metameren der Extremitätenanlagen.* Die terminalen Abschnitte sind also an Schulter- wie Beckengliedmasse analog kaudalwärts verschoben. Der Daumen der menschlichen Hand wird radial von C_6, der Kleinfinger ulnar von D_1 versorgt, die Grosszehe tibial von L_4, die Kleinzehe fibular von S_2; die langen und kurzen Beuger der Finger erhalten ihre Nerven aus $(C_6)C_7$—D_1 die der Zehen aus $(L_4)L_5$—S_1. Stellen wir diese Befunde in der schon öfter

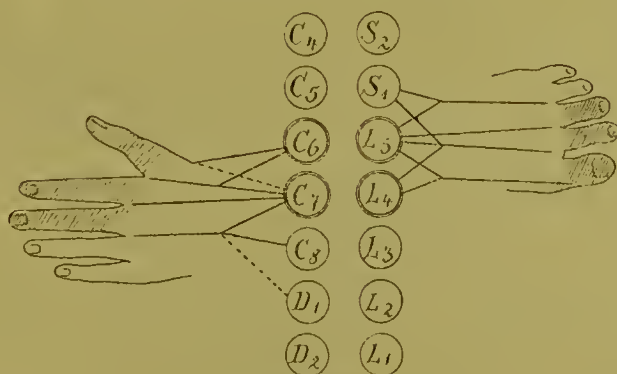


Fig. 15.

geübten Manier antitrop gegenüber (vergl. Textfigur 15), so ergibt sich, dass bei Vergleichung der Hautnerven nur die 3 radialen Finger und die 3 tibialen Zehen einander entsprechen. Denn die radiale Seite

des Daumens wird von C_6 versorgt, für den homologen L_5 ist die Versorgungsgrenze die fibulare Seite der dritten Zehe. Umgekehrt entspricht der noch von C_7 innervirten Ulnarseite des Mittelfingers die noch von L_4 versorgte tibiale Seite des Hallux. Danach würden sich also nur vergleichen lassen Grosszehe mit Mittelfinger, zweite Zehe mit Zeigefinger, dritte Zehe mit Daumen. Ring- und Kleinfinger besässen am Fusse, vierte und fünfte Zehe an der Hand kein Homologon — ein Ergebnis, ganz dazu angethan, um daraus eine Waffe gegen die von uns versuchte antitrope Vergleichung der Extremitäten zu schmieden, zumal da man durch syntrope Gegenüberstellung der Innervation eine fast vollkommene Uebereinstimmung zu schaffen vermag. Dazu erscheint die Vergleichung der entsprechenden Muskelnerven unsern Bemühungen ebenso wenig günstig. Denn an der Schultergliedmasse werden nur noch die oberflächlichen Thenarmuskeln von C_6, alle übrigen ventralen Vorderarm- und Handmuskeln von C_7—D_1 innervirt; in die ventrale Muskulatur des Unterschenkels und Fusses (Plantaris eingerechnet) gelangen nur Fasern von L_4—S_2. Hier genüge es aber vorläufig hervorzuheben, dass wir unter Anwendung der antitropen Homologisirung auf die Muskeln der Gürtel und der proximalen freien Abschnitte der Extremitäten Resultate erzielt haben, wie sie bisher in gleicher Vollständigkeit von keinem Syntropisten auch nur annähernd erreicht worden sind, Resultate, die es uns unmöglich machen, vor den hier entstehenden Schwierigkeiten umzukehren und den Condylus lateralis fem. dem Epicondylus medialis hum., die Tibia dem Radius zu homologisiren. Es handelt sich hier nach unsrer Auffassung lediglich um weitgehende Analogien in der Ausbildung der distalen Extremitätenabschnitte, die ihre Entstehung der verschiedenen physiologischen Verwendung der Extremitäten verdanken und die uns als Beispiel dafür dienen können, wie weit funktionelle Anpassung den morphologischen Grundplan zu verschleiern vermag. Wir werden also versuchen, auf dem eingeschlagenen Wege weiter vorzudringen. Freilich werden wir dabei viel, sehr viel von dem aufgeben müssen, was durch die seit zwanzig Jahren ausschliesslich syntropistische Extremitätenvergleichung als sicher erworben gelten mochte. Denn mit unsrer Annahme tritt natürlich auch die Diskussion über die Homologien der Karpal- und Tarsalelemente in ein neues Stadium.

a. Ventrale Muskeln.

Die ventrale Unterschenkelmuskulatur ist in ihren oberflächlichen Partien, besonders beim Menschen, durch den Komplex des Triceps surae dargestellt, zu dem wir hier gleich noch den Plantaris hinzufügen wollen. Ehe wir eine Vergleichung mit Vorderarmmuskeln vornehmen, müssen wir versuchen, diese auffällige Gruppe in ihre Bestandteile aufzulösen. Die urodelen Amphibien zeigen uns Verhältnisse, deren Beurteilung uns erleichtert wird durch die Betrachtung der entsprechenden Muskelgruppe bei den Marsupialiern. Denn da finden wir Bilder, wie wir sie nicht besser wünschen könnten.

Bei Thylacinus besteht nach Cunningham der Gastrocnemius aus zwei starken Köpfen. Der mächtige laterale begreift den Soleus in sich und entspringt teils fleischig von der Fabella, dem Sesambein über dem proximalen Ende der Fibula, und von dem Lig. femorofabellare, teils sehnig vom Condyl. lateralis femoris. Der mediale Kopf kommt vom Condylus medialis fem. und von der ganzen Breite des Planum popliteum. Beide Köpfe vereinigen sich bald und senden eine Achillessehne an den Calcaneus. Der Plantaris entspringt gemeinsam mit dem lateralen Gastrocnemius und ist zunächst auf längere Strecke mit diesem verschmolzen; die kräftige Sehne geht längs dem Medialrand der Achillessehne, zuletzt sie teilweise überlagernd, in die Fascia plantaris. — Cuscus besitzt nach demselben Autor zwei in ganzer Länge getrennte Gastrocnemiusköpfe. Der mediale Kopf vom Condylus medialis fem. heftet seine Sehne an die Rückfläche des Calcaneus; der laterale Kopf entspringt wie bei Thylacinus, nur erhält er keine Fasern vom Condyl. lateralis fem., dafür aber von den proximalen zwei Dritteln der Fibula; seine Sehne geht unter der des medialen Kopfes an das Tuber calcanei. Der starke Plantaris ist völlig getrennt vom Soleo-Gastrocnemius, liegt medial unter ihm, entspringt von der Fabella und schickt seine Sehne über das Tuber calcanei an die Knorpelplatte, die die Stelle der Fascia plantaris einnimmt. — Bei Dasyurus viverrinus verhält sich der Ursprung des medialen Gastrocnemius nach Mac Cormick wie bei Thylacinus und gibt seine Sehne isolirt an den Calcaneus. Der laterale Gastrocnemius setzt sich aus 3 Portionen zusammen: die oberflächliche kommt von der Fabella, vom Lig. femorofabellare, ferner lateral vom Condyl. lat. fem., von der Patella und dem Lig. patellae;

von den tiefen Portionen scheint eine spindelförmige, die ihre Fasern an die Sehne der oberflächlichen Portion heftet, den Soleus zu repräsentiren, während die andere, doppelt gefiederte ihre medialen Fasern an den Lateralrand der Sehne des medialen Gastrocnemius, die lateralen an die Unterfläche der Sehne des lateralen Gastrocnemius inserirt. Dieser letztere setzt sich an den Calcaneus, nachdem er seine Sehne erst unter die des medialen Gastrocnemius, dann um deren medialen Rand an ihre Hinterfläche geschickt hat. Der Plantaris entspringt von der Fabella und sendet seine Sehne um den Medialrand der Sehnen und über die Insertion der beiden Gastrocnemii in die Plantarfaszie. — Der Gastrocnemius medialis von Didelphys virginiana reicht nach Coues mit seinem Ursprung über das Planum politeum bis an den Condyl. lat. femoris. Der Gastrocnemius lateralis besteht aus 4 Portionen, von denen die beiden tiefen dem Soleus entsprechen; alle vier vereinigen sich in einer Sehne, die sich unter der Sehne des medialen Gastrocnemius weg an den medialen Höcker des Calcaneus ansetzt. Der Plantaris kommt isolirt von der Fabella und schickt seine Sehne längs dem tibialen Rand der medialen Achillessehne über die Sehne des Flexor digg. longus in die Fascia plantae. — Bei Didelphys philander sehe ich den Ursprung des medialen Gastrocnemius nur wenig vom medialen Femurkondylus auf das Planum popliteum übergreifen; die flache Sehne geht ganz gestreckt an den lateralen Fersenbeinhöcker, ohne nennenswerte Ausstrahlung in die Plantarfaszie. Der Gastrocnemius lateralis ist eine kräftige Muskelmasse, die sich unschwer in eine oberflächliche, halbellipsoide Portion vom Lig. femorofabellare und der Fabella und in eine tiefe, platte Portion vom Capitulum fibulae trennen lässt. Die Sehne geht tibialwärts unter der des Gastrocnem. medialis weg, schlägt sich dann um deren Tibialrand, um sie kurz vor der Insertion teilweise zu überlagern, und endet am Tubercul. mediale calcanei, ebenfalls mit nur geringer Faserstrahlung in die Plantarfaszie. Der Plantaris ist selbständig, entspringt tibial neben dem Gastrocnem. lateralis von der Fabella. Seine Sehne hält sich zunächst am tibialen Rande der lateralen Gastrocnemiussehne, wendet sich aber, unter den Tibialrand der medialen Gastrocnemiussehne gelangt, über die Rückfläche beider Insertionen in die Fascia plantaris. (Vergl. Taf. XI, Fig. 11). — Bei Didelphys cancrivora verhält sich die Insertion der

drei Muskeln ebenso. Der Ursprung des Plantaris ist eine platte Sehne, die medial unter dem Gastrocnemius lateralis sich trennend zwischen dessen beide Portionen schiebt. Vom Fibularrand des Bauches des medialen Gastrocnemius, der bereits durch die Faszie eng an den lateralen herangerückt ist, lösen sich einige Muskelbündel, um sich mit dünner Sehne teils an die des lateralen Gastrocnemius, teils an die verbindende Faszie anzusetzen. — An einem 19 cm langen Biberfötus begegnete ich übrigens durchaus analogen Verhältnissen. Der Gastrocnemius medialis ist ein flacher Muskel, der vom Condylus medialis fem. kommend sich spiralig über den Plantaris hinweg lateral an das Tuber calcanei mit starker runder Sehne anheftet. Der Plantaris ist stärker, entspringt hoch am Condyl. lat. fem., geht tibialwärts unter dem vorigen weg und überlagert weiterhin noch etwas den tibialen Rand von dessen Sehne, indem er seine ausgebreitete Sehne teils medial an das Tuber calcarei, teils lateral über dieses hinweg in die Planta schickt. Der Gastrocnemius lateralis ist der stärkste Muskel der ganzen Gruppe, wird am Ursprung tibial vom Plantaris bedeckt und bleibt fleischig bis gegen die Insertion, die unter der des Gastrocnemius medialis und etwas weiter tibial am Tuber calcanei erfolgt.

Wir haben in diesen Bildern ein Stück Entstehungsgeschichte des Triceps surae vor uns, und es wird nur darauf ankommen, die Befunde richtig zu deuten. Ausser bei Thylacinus existirt noch bei keinem der erwähnten Beutler eine einheitliche Achillessehne; ein Gastrocnemius lateralis, der augenscheinlich auch den Soleus in sich begreift, ist noch vollständig von einem einfach gebauten Gastrocnemius medialis getrennt. aber bei Dasyurus greift bereits eine tiefe Portion des lateralen Gastrocnemius an die Unterfläche der Sehne des medialen, bei Didelphys cancrivora ein oberflächliches Bündel des medialen Gastrocnemius an die Sehne des lateralen. Der N. tibialis geht zwischen beiden Gastrocnemii in die Tiefe auf die Zehenbeuger. Die Lage der Endsehnen weist uns darauf hin, dass hier eine Muskelverschiebung stattgehabt hat, wobei entweder der Gastrocnemius medialis vom lateralen Femurkondylus auf den medialen herübergewandert sein muss oder umgekehrt der Gastrocnemius lateralis mit dem Plantaris vom medialen auf den lateralen Kondylus gerückt ist. Nur so wird die spiralige Verdrehung der Sehnen verständlich.

Welcher dieser beiden Modi aber anzunehmen ist, darüber gibt die Torsion allein uns keinen Aufschluss; denn während bei Didelphys philander die Sehne des Gastrocnem. medialis gestreckt erscheint, ist sie bei Did. cancrivora fast ebenso gewunden wie die des Gastrocnem. lateralis. Wol aber zeigt uns die Innervation, dass auch der Gastrocnem. medialis an der Fibula festgesessen haben und von da über die beiden andern tibialwärts gewandert sein muss. Der N. ischiadicus der Marsupialier teilt sich schon in der proximalen Hälfte des Schenkels in die Nn. tibialis, peroneus und suralis (external saphenous CUNNINGHAM). Der letztgenannte läuft lateral über den Gastrocnemius lateralis weg nach dem fibularen Fussrand, gibt aber bereits hoch oben, schräg über die Rückfläche des N. tibialis und diesem auf eine Strecke angeschlossen, einen langen dünnen Zweig an den Gastrocnemius medialis, ferner am Unterschenkel einen starken Ast unter den Sehnen der drei in Rede stehenden Muskeln tibialwärts an den N. plantaris lateralis. Der N. tibialis läuft medial an Plant. long. und Gastrocnemius lateralis entlang und versorgt sie mit Zweigen, die zwischen beide Muskeln eindringen, nur der Plantaris erhält etwa in der Mitte des Unterschenkels am Tibialrand noch einen feinen Faden vom N. plantaris lateralis. Der Verlauf des Suraliszweiges an den Gastrocnemius medialis ist so bezeichnend für die ehemalige Lage des Muskels, dass wir, um die ursprünglichen Verhältnisse zu erzielen, nur den Muskel so weit fibularwärts zu verschieben brauchen, bis der Nerv sich wieder an den N. suralis anlegt. Dann würde der Gastrocnemius medialis vom Condyl. lateralis fem. bezw. von der Fibula kommen und den Gastrocnemius lateralis fibular teilweise überlagern. Die Reihenfolge der drei Muskeln gestaltete sich dadurch tibio-fibularwärts: Plantaris, Gastrocnem. lateralis, Gastrocnem. medialis, eine Anordnung, die wir auch in der Innervation beim Menschen, trotz der spätern weitern Veränderungen konservirt sehen. Denn der Plantaris wird von $L_4 L_5 S_1$, der Soleus von $L_5 S_1 S_2$, der Gastrocnemius von $S_1 S_2$ versorgt. Der Gastrocnemius lateralis der Marsupialier muss für die Ausbildung der definitiven Verhältnisse bei höhern Säugern und beim Menschen sich in zwei Portionen zerlegt haben, deren Trennung wir ja verschiedentlich bereits angedeutet fanden. Im Einzelnen dürften die Vorgänge sich folgendermassen abgewickelt haben. Bei Vergrösserung der Muskel-

masse der Gastrocnemii medialis und lateralis rücken beide eng zusammen, ihre Sehnen schieben sich in grösserer Ausdehnung übereinander; die Suralfaszie begünstigt einen allmälig bis zur totalen Verschmelzung der Sehnen führenden Zusammenschluss, der anfänglich noch dadurch fester wird, dass fibulare Randbündel des Gastrocnemius medialis sich mit ihren Sehnenfasern auf die tiefer liegende Sehne des Gastrocnem. lateralis, tibiale Bündel des letztern sich an die Unterfläche der Sehne des Gastrocnem. medialis heften. Danach trennt sich die oberflächliche Partie des Gastrocnem. lateralis von der tiefen; letztere wird Soleus, erstere lateraler Gastrocnemiusbauch. Diese Abspaltung findet wesentlich zwischen dem kondylaren, d. h. vom Ligg. femorofabellare und der Fabella entspringenden, und dem fibularen Teile des Gastrocnem. lateralis statt und wird begünstigt durch die Reduktion am proximalen Ende der Fibula. — Nun könnte man ja die erwähnten, oberflächlichen konjungirenden Bündel als ersten Schritt zur Entstehung eines lateralen Gastrocnemiuskopfes aus dem Gastrocnemius medialis ansehen, und es fehlt in der menschlichen Anatomie durchaus nicht an Beispielen, die für den medialen Gastrocnemiuskopf eine Tendenz, sich lateralwärts auszudehnen, deutlich nachweisen. Ich habe selbst mehrere charakteristische Fälle davon beobachtet, bei denen laterale Ursprungsbündel des medialen Gastrocnemiuskopfes zunächst mittelst eines Sehnenbogens über die Poplitealgefässe, dann auch über den N. tibialis weg bis zum Condyl. lat. fem. gelangten. Aber dann überlagern sie auch den M. plantaris, dessen Ursprung bei guter Entwicklung stets neben dem des lateralen Gastrocnemiuskopfes liegt. Ausserdem aber spricht zu Gunsten einer Abspaltung des definitiven lateralen Gastrocnemiuskopfes vom Gastrocnemius lateralis (der Beutler) noch verschiedenes Andre. So stossen beide Bäuche in einer Zwischensehne aneinander, die nicht vorhanden sein würde, wenn die Trennung in einem vorher einheitlichen Muskel eingetreten wäre. Ferner besteht schon bei den Beutlern ein auffallender Unterschied im Bau der beiden Gastrocnemii; der medialis ist schlicht gefasert, der lateralis stark gefiedert. Ein ähnlicher Unterschied ist auch bei höhern Säugern und dem Menschen zu konstatiren. Des Weiteren erscheint der laterale Bauch stets mehr oder weniger unter den medialen geschoben, schon oberflächlich, wie man es am besten bei Anthropoiden und mensch-

lichen Föten und Neugeborenen findet, ganz besonders aber in der Tiefe. „Auf der Vorderfläche des Muskels", sagt HENLE bei Beschreibung des Gastrocnemius, „enden die Muskelbündel des medialen Kopfes nahe am Rande; die Bündel des lateralen Kopfes gehen über den durch jenen vertikalen Streifen der hintern Fläche" — die Zwischensehne — „angedeutete Mittellinie hinaus. Die Sehne, soweit sie membranartig ist, lässt dreierlei Faserzüge erkennen, vertikale und gekreuzte schräge, in der Flucht und Fortsetzung der Muskelbündel; die dem lateralen Kopf entsprechenden, medianwärts absteigenden liegen der vordern Oberfläche zunächst, hinter ihnen folgen die lateralwärts absteigenden und zu hinterst die vertikalen." Endlich ist auch das von MACALISTER und SHEPHERD beim Menschen beobachtete totale Fehlen des lateralen Gastrocnemiuskopfes in unserm Sinne zu deuten, denn dieser Befund rekapitulirt beinahe die Verhältnisse bei den Beutlern, gleicht aber fast ganz denen bei Ornithorhynchus. Denn da legt sich die flache Sehne des schwachen Gastrocnemius medialis spitzwinklig auf die Oberfläche des starken, aber schlicht gefaserten Gastrocnemius lateralis, der vom Rande des Peronekranon entspringt und die kräftige Achillessehne allein bildet. — Der tiefe Rest des Gastrocnem. lat. der Marsupialier wird, wie erwähnt, zum Soleus. Sein ursprünglich rein fibularer Ursprung breitet sich allmälig auf der tiefen Faszie tibialwärts aus, wie man es noch sehr schön bei den Anthropoiden (Chimpanse, Gorilla) antrifft, wo der Ursprung zwar bereits mit einem grossen Sehnenbogen die tiefen Unterschenkelgefässe und den N. tibialis überschritten hat, aber eine Anheftung der Muskelbündel an die Tibia noch nicht erfolgt ist. Ein Teil der als Soleus accessorius bezeichneten überzähligen Muskeln dieser Gegend ist wol auf die bereits bei den Beutlern angedeutete Zerlegung des Gastrocnem. lateralis in mehrere tiefe Portionen zurückzuführen. — Der Plantaris stellt bei den Beutlern noch einen respektabeln Muskel vor und ist bei weitem noch nicht zu der Bedeutungslosigkeit gesunken wie bei den Primaten; denn er besitzt noch direkte funktionelle Beziehungen zur Plantarfaszie, die ein Ueberbleibsel aus der Epoche seiner höchsten Entwicklung darstellen. Ursprung und Ansatz zeugen dafür, dass der Plantaris ursprünglich oberflächlich zu den beiden andern Muskeln gelegen hat.

Ein Blick auf die Verhältnisse, die uns der Urodelenunterschenkel

bietet, zeigt uns einen Plantaris superficialis major, der als breite Masse die ganze tiefe Muskulatur überlagert. Er entspringt vom Condylus lat. fem. und von der ganzen Länge der lateralen Fibulakante, schickt seine Fasern annähernd parallel distal-tibialwärts und entwickelt in der Höhe des Fussgelenks eine breite Sehnenplatte, die Fascia plantaris. Diese giebt von ihrem Distalrande 5 Sehnen an die Zehen und sitzt ausserdem am Metatarsale I fest. Unter dem grossen Plantaris liegen zwei schmale, schlanke Muskeln (vergl. Taf. XII, Figg. 15 u. 16): Der Plantaris superficialis minor kommt vom proximalen Ende der Fibula, läuft leicht tibialwärts und inserirt sich in die Dorsalfläche der Plantarfaszie, — der Fibulo-plantaris schliesst sich ihm im Ursprung distal an, geht längs der Fibula in die Planta und endet etwa über dem Tarsale IV an einer Zwischensehne gegen den Ursprung der Contrahentes digitorum, ohne sich irgendwie fester mit dem Tarsus zu verbinden. Die drei Muskeln werden von den tiefer gelegenen durch eine langgezogene Nervenschlinge getrennt, gebildet von einem etwa dem N. suralis und zwei andern etwa dem N. plantaris lateralis der Säuger entsprechenden Aesten des grossen Beinnerven. Den Plantaris superfic. maior können wir ohne Bedenken als Homologon des Plantaris der Säuger betrachten. Mit der Ausbildung spezieller Zehenbeuger aus der tiefen Unterschenkelmuskulatur, wie wir sie später noch kennen lernen, schwindet die Bedeutung des grossen allgemeinen Fuss- und Zehenbeugers; er wird zuerst in den fibularen, distalen Partien zurückgebildet, denn deren direkte Wirkung auf die Plantarfaszie wird mit dem Auftreten eines Fersenhöckers beeinträchtigt. Es bleibt allem Anschein nach nur die femorale Ursprungsportion übrig, sodass dann die tiefer gelegenen beiden Muskeln zum grössten Teil an die Oberfläche gelangen. Ich zögere nun nicht, den dicht am Fibulaköpfchen entspringenden Plantaris superficialis minor als Homologon des Gastrocnemius lateralis der Marsupialier, also des lateralen Gastrocnemiuskopfes und des Soleus des Menschen zu betrachten, den Fibuloplantaris als Homologon des Gastrocnemius medialis, denn die drei Muskeln nehmen die gleiche Reihenfolge ein, die wir am Unterschenkel der Beutler durch Rückführung des Gastrocnemius medialis in seine primitive, durch den Nervenzweig charakterisirte Lage gefunden hatten, und die mit den speziellen Innervationsverhältnissen übereinstimmt.

Sobald das Fibulare einen Fersenhöcker erhält, wird der Fibuloplantaris veranlasst, sich aus der Planta zurückzuziehen, und heftet sich an den Höcker. Der proximale, fibulare Abschnitt der Plantarfaszie thut das Gleiche, und so tritt auch der Plantaris superfic. minor tibial an den Fersenhöcker; sein Ansatz bleibt aber überlagert von der Ausbreitung der Sehne des Plantaris superficialis maior. —

Hinsichtlich der Vergleichung des eben besprochenen Muskelkomplexes mit Vorderarmmuskeln herrscht weder bei den Syntropisten noch bei den Antitropisten Uebereinstimmung. Nach v. Bardeleben steht es fest, dass der Gastrocnemius dem Ulnaris internus homolog sei, während Melzer das Caput mediale dem Supinator longus, das Cap. laterale der Pars humeralis des Pronator teres vergleichen will; anderseits wird das Cap. mediale von Foltz dem Pronator teres, von Coues dem Radialis internus, das Cap. laterale von Beiden dem Supinator longus homologisirt. Den Supinator longus müssen wir von der Vergleichung von vornherein ausschliessen, denn er ist, wie früher erörtert, ein Abkömmling der dorsalen Muskulatur. Die Aehnlichkeit mit dem Ulnaris internus kann ebenfalls nicht in Frage kommen, denn einmal ist der Durchtritt eines Nerven durch einen Muskelursprung durchaus nichts bezeichnendes, da derartige Bildungen viel zu variabler Natur sind, ferner entspricht der N. tibialis nicht einfach dem N. ulnaris, und endlich ist das Tuber calcanei selbst bei den Syntropisten noch nicht allgemein als Homologon des Pisiforme anerkannt. Es bleiben also die Ansichten zu berücksichtigen, die Pronator teres und Radialis internus für die Homologisirung in Vorschlag bringen. Denken wir uns zur Lösung der Frage vorerst die Wadenmuskulatur der Marsupialier in das Ausgangsstadium zurückgeführt. Dann würden wir also den sog. Gastrocnemius lateralis tibial und etwas untergeschoben zu dem Gastrocnemius medialis finden, und wieder tibial dazu den Plantaris. Die Insertionen würden sich dann fibulotibialwärts so nebeneinander ordnen, dass an Tuberculum laterale calcanei der Gastrocnem. medialis, an Tubercul. mediale der Gastrocnem. lateralis und zum grössten Teil tibial daneben der Plantaris in die Plantaraponeurose geht. Alle drei Muskeln werden durch den Hauptnerven für Unterschenkel und Fuss von der tiefen Muskelmasse getrennt. Am Vorderarm besteht die in gleicher Weise von den Fingerbeugern geschiedene Muskelgruppe aus

dem Pronator teres, Radialis internus und Palmaris longus in radio-ulnarer Reihenfolge. Der Radialis internus erscheint dabei von den beiden Andern etwas in die Tiefe gedrängt; sein Ursprung kommt nicht allein vom Epicondylus medialis humeri, sondern daneben noch mit dem des tiefen Pronatorkopfes vom Proc. coronoides ulnae und von der Gelenkkapsel. Eine Verschiebung hat unter diesen Muskeln nicht stattgefunden, denn der Pronator teres wird aus C_6, der Radialis int. aus C_6 C_7 versorgt, während der Palmaris long. nichts mehr aus C_6 erhält.

Für eine Homologisirung der beiden Muskelgruppen erscheint nun zweierlei störend. Erstens entspringen die oberflächlichen Muskeln des Unterschenkels in ihrer rekonstruirten Lagerung vom Condylus lateralis fem. und von der Fibula, die Vorderarmmuskeln dagegen vom Epicondylus medialis humeri; zweitens inserirt sich der Pronator teres an den Radius, während der ihm zu homologisirende Gastrocnemius medialis sich überhaupt nicht an die Fibula ansetzt. Sollen wir nun zur Behebung der erstgenannten Schwierigkeit vielleicht zu der vorher für die Ordnung der drei Unterschenkelmuskeln so bequemen und dabei ziemlich einwandfreien Methode greifen, die ganze Gruppe, wie sie eben geordnet ist, sich nach dem Condyl. medialis femoris verschieben zu lassen? Ich glaube hier bestimmt verneinen zu können. Denn wir würden eine neue Unordnung herbeiführen, wenn die Gruppe medial zum Popliteus zu liegen käme. Dieser wird aus L_4 L_5 S_1 innervirt, steht also zwar in gleicher Breite mit dem Plantaris, aber gegen den Soleus um ein Metamer, gegen den Gastrocnemius um zwei weiter nach dem Medialrand der Extremität zu. Anderseits ist am Arm eine Verrückung der entsprechenden Muskelgruppe auf den Epicondyl. lateralis ebenso unthunlich, denn der aus C_5 C_6 versorgte Brachialis anticus liegt gegen den Pronator teres und den Radialis internus um ein, gegen den Palmaris longus um zwei Metameren näher dem Lateralrand. Nehmen wir nun die durch die Innervation gegebene, im beistehenden Schema zum Ausdruck gebrachte, teilweise Ueberlagerung der Muskeln als Ausgangsstadium und tragen es so in die Extremität ein, so haben wir zur Gewinnung der definitiven Lagerung der Vorderarmgruppe eine geringe Verschiebung ulnarwärts notwendig, während die Unterschenkelgruppe etwas fibularwärts wandern muss. Wir ahmen damit einen

Vorgang nach, worauf bereits in den Vorbemerkungen zu diesem Abschnitt (pg. 132 [218]) hingewiesen ist, und dessen Resultat wir an den Extremitäten der Urodelen vor uns sehen. Dort entspringen alle am Vorderarm gelegenen Beuger, oberflächliche wie tiefe, vom Epicondylus medialis hum. oder von der Ulna, die Beuger am Unterschenkel ebenso ausnahmslos von der Fibula oder dem Condyl. lateralis fem., also gegenüber dem funktionswichtigeren Rande der Extremität. Zugleich geben uns diese Muskeln das erste Beispiel für die ebenfalls bereits erwähnte, an beiden Extremitäten analoge Inanspruchnahme mehr kaudal gelegener Metameren für den Aufbau der distalen Extremitätenabschnitte. Wir werden deshalb auch keine vollständige Homologie erwarten können. Ueber die Vergleichbarkeit des Plantaris mit dem Palmaris longus herrscht begreiflicherweise nur eine Meinung, doch ist die Homologie nur eine inkomplete, wie aus dem Schema ersichtlich wird. Die Homologisirung des lateralen Gastrocnemiusbauches nebst dem Soleus mit dem Radialis internus stösst auf keine besondern Bedenken, denn der letztere ist mit seiner Insertion augenscheinlich erst spät an das Metacarpale II gelangt; wir treffen nicht selten beim Menschen, normal bei einer grossen Anzahl von Säugern die Sehne medial am Naviculare. Da nun letzteres als Radiale nach unsrer Ansicht dem Fibulare am Fusse gegenübersteht, so stimmen die beiden Insertionen überein. Aber auch hier handelt es sich nur um eine inkomplete Homologie. Um zuletzt den medialen Gastrocnemiuskopf mit dem Pronator teres vergleichen zu können, obwol entsprechend der Innervation lediglich eine imitatorische Homologie angenommen werden darf, ist es nötig, die Differenzen in der Insertion der beiden Muskeln aufzuklären. Unter den Säugern befinden sich nur einige wenige, bei denen der Pronator teres bis zum Karpus herabreicht.

C_4	C_5	C_6	C_7	C_8
	Brach. int.			
		Pronat.		
		Radial. int.		
			Palm.	
Gastrocnem.				
Soleus				
	Plantaris			
	Popliteus			
S_2	S_1	L_5	L_4	L_3

Dagegen besitzen die urodelen Amphibien einen kräftigen Muskel, der vom Distalende des Humerus medial entspringt, über den tiefen Ast des N. brachialis inferior hinwegzieht und sich sowohl an distales Radiusende als an Radiokarpalgelenk und Radiale inserirt. In diesem Flexor antebrachii et carpi radialis (vergl. Taf. XII, Figg. 12 u. 13) sind Pronator teres und Radialis internus vereinigt. Denken wir uns nun die distale Partie der Pronatorportion durch stärkere Entwicklung der tiefen Vorderarmmuskulatur, besonders der Strecker, vom Radius distalwärts verdrängt, nehmen wir dazu eine Reduktion des Knochens, wie sie an der Fibula thatsächlich stattfindet, und berücksichtigen wir vor allen Dingen, dass dem radialen Handrand gegenüber dem entsprechenden Fibularrand des Fusses zwei Zehen fehlen und demnach ergänzend anzusetzen wären, so wird nicht nur ein Uebertritt der Pronatorinsertion auf das zunächst gelegene karpale Skeletelement, das Radiale, verständlich, sondern wir können mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Insertion noch weiter auf den Karpus herabgereicht hat etwa in der Art, wie wir es bei dem Fibulo-tarsalis der Urodelen beobachten. —

Der oberflächlichen Muskelschicht gehört am Vorderarm noch der Ulnaris internus an, ein kräftiger Muskel mit speziell karpaler Insertion. Sein Homologon am Unterschenkel mit den Syntropisten in einem Teil des Triceps surae zu sehen, haben wir oben abgelehnt. Alle Antitropisten vergleichen ihn mit dem Tibialis posticus, der zunächst in analoger Weise sich an den Tarsus ansetzt. Wir würden auch diese Homologie anerkennen müssen, da wir ja Tibia und Tibialrand des Fusses im Allgemeinen homolog der Ulna und dem Ulnarrand der Hand gesetzt haben, wenn sich irgendwie nachweisen lässt, dass der Tibialis posticus sich ursprünglich oberflächlich u. zw. am meisten tibial von der oberflächlichen Muskulatur befunden hat. Der Verlauf seiner Sehne, schräg fibulotibialwärts unter der Sehne des Flexor digg. tibialis weg, legt es nahe an eine fibularwärts gerichtete Verschiebung des Ursprungs in den Zwischenknochenraum zu denken, etwa bedingt durch eine besonders mächtige Entwicklung des ihm vorher nur fibular angelagerten Flexor digg. tibialis. Davon kann aber nicht die Rede sein, denn, wie aus Dobsons vergleichenden Beobach-

tungen zu ersehen, ist bei keinem der bisher untersuchten Säuger der Tibialis posticus tibial zum Ansatz des Popliteus gelagert, im Gegenteil verbleibt er im Zwischenknochenraum, selbst wenn der Flexor digg. tibialis stark reduzirt und bis auf den distalen Teil der Tibia herabgerückt erscheint. Auch die Innervation spricht nicht zu Gunsten dieser Annahme. Am Ulnaris internus bestätigt die Innervation aus $C_7C_8D_1$, dass der Muskel am weitesten ulnar (kaudal) in der Serie der oberflächlichen Vorderarmmuskeln angelegt worden ist und diese ursprüngliche Lage auch beibehalten hat. Der homologe Muskel des Unterschenkels müsste, auch wenn er sekundär seinen Standort verändert hätte, aus $L_2L_3L_4$, mindestens aber noch aus L_4 innervirt werden; der Tibialis posticus erhält seine Nerven aber aus L_5S_1. Schliesslich zeigt uns auch der Urodelenunterschenkel einen Tibialis posticus, der unmittelbar auf dem M. interosseus cruris und unter den tiefen Zehenbeugern gelegen ist. Der Tibialis posticus war also immer ein tiefer Unterschenkelmuskel. Wir haben hier nicht einmal eine inkomplete Homologie und ebensowenig die Berechtigung von einer imitatorischen zu sprechen; den Säugern und dem Menschen geht — wie es wenigstens scheint — das Homologon des Tibialis posticus am Vorderarm vollkommen ab. Dass es indessen vorhanden und wo es zu suchen ist, werden wir bei den langen Fingerbeugern bequemer erörtern. Die urodelen Amphibien besitzen es. Bei ihnen entspringt ein Flexor metacarpi IV profundus longus an der Ulna bis fast an das Kubitalgelenk proximalwärts und schickt seine platte Sehne unmittelbar auf dem Karpalskelet volar zur Basis des vierten Metakarpale, daneben noch (bei Menopoma) etwas an Carpale II und III (vergl. Taf. XII, Fig. 14,6). Die Differenz zwischen der zentralen Insertion dieses Muskels und der marginalen des Tibialis posticus wird nicht durch eine Ueberwanderung der Sehne aufgehoben, sondern fällt ohne weiteres weg, wenn wir uns erinnern, dass an der Hand die Homologa der 4. und 5. Zehe und vice versa am Fusse die Homologa des 4. und 5. Fingers fehlen, demnach der Hallux dem Mittelfinger entspricht. Lassen wir jetzt an der Urodelenhand die beiden ulnaren Finger mit ihren zugehörigen Metakarpalien und distalen Karpalien wegfallen, so schwindet auch der Metakarpalansatz für unser Tibialishomologon, und die jetzt marginal verlaufende Sehne ist genötigt, sich auf die Karpalinsertion zu

beschränken. — Das echte Homologon des Ulnaris internus dürfte nach dem Gesagten selbst als Varietät kaum je wiedererscheinen.

Die Flexores digitorum. — Ueber die Flexoren der Finger und Zehen der Säuger bestehen bereits einige neuere, eingehende vergleichend-anatomische Untersuchungen: so behandeln WINDLE die langen Fingerbeuger, DOBSON die Fuss- und Zehenbeuger, RUGE, CUNNINGHAM, BROOKS neben Andern die kurzen Muskeln der Palma und Planta, und v. BARDELEBEN stellt eine umfassende Bearbeitung der gesammten distalen Gliedmassenmuskulatur der Säuger in Aussicht, worüber einige vorläufige Mitteilungen bereits vorliegen. Nach diesen ist der letztgenannte Forscher zu abschliessenden Resultaten gelangt, die ihm gestatten eine von der alten HUMPHRY'schen, noch von WINDLE gebrauchten, abweichende Unterscheidung der langen Finger- und Zehenbeuger in 3 Schichten vorzunehmen. Die neue Einteilung ist bereits von STIEDA acceptirt worden; sie mag hier noch einmal kurz rekapitulirt werden:

1. Lage:

Flexor longus digg. superficialis (Palmaris longus) = Plantaris longus.

2. Lage:

Flexor digg. sublimis (s. medius s. perforatus), besser Flexor digg. radialis = Flexor digg. pedis longus s. tibialis.

3. Lage:

Flexor digg. profundus s. ulnaris = Flexor hallucis longus s. Flexor digg. ped. fibularis.

Der Flexor digg. pedis brevis ist also nach v. BARDELEBEN nicht, wie man bisher annehmen zu müssen glaubte, dem Flexor digg. manus sublimis homolog, sondern, „einzig und allein mit dem allerdings nur selten noch vollständig vorhandenen Flexor brevis an der Hand,“ einem auf die Faszie folgenden, ihr mehr oder weniger dicht anliegenden oder teilweise von ihr entspringenden kurzen Beuger zu vergleichen. Spuren davon sollen sich auch beim Menschen noch am Daumen und Kleinfinger nachweisen lassen; vollständig besitzt ihn Hyrax und Paradoxurus, wo er von der Sehne des Palmaris entspringt. So kommt v. BARDELEBEN zu folgender Einteilung der kurzen Finger und Zehenbeuger:

1) Flexores breves superficiales: Rudimente an der Hand, ganz bei Hyrax und Paradoxurus = Flexor brevis digg. pedis (perforatus):

2) Flexores breves lumbricales (wol ursprünglich selbständige kurze (lange?) Muskeln);

3) Flexores breves medii = Contrahentes digitorum, Adductores (Plantar layer CUNNINGHAM);

4) } Flexores breves profundi { interni } Interossei { intermediate }
5) } { externi } { dorsal }

layer CUNNINGHAM.

WINDLE war wie BLAND SUTTON für die langen Flexoren zu dem Schluss gelangt, dass als ursprüngliche Anheftung die proximale am Epicondylus hum. zu betrachten sei, die erst bei Rückbildung, besonders des Flexor sublimis distalwärts auf den Vorderarm rücke. v. BARDELEBEN vertritt bis zu gewissem Grade die gleiche Ansicht, denn „die bei den Säugern vielfach in 2 oder 3 Schichten getrennten Beuger sind aus einer einzigen Schicht entstanden.“ Trotz dieser bestimmt gefassten Aufstellungen werden einige Modifikationen notwendig sein.

Sehen wir, ob wir wieder bei den urodelen Amphibien mit ihren primitiven Verhältnissen Aufschlüsse für die Entscheidung gewinnen. Ich halte mich auch hier an eigne Präparationsergebnisse (vergl. Taf. XII Figg. 12—14).

Am Vorderarm deckt ein sehr kräftiger Palmaris superficialis fast die ganze Breite, entspringt wie die beiden nächsten vom Epicondylus medialis humeri und der proximal daran endenden Leiste und geht am Handgelenk in eine breite, starke Sehnenplatte, die Fascia palmaris, über. Diese schickt an die vorhandenen 4 Finger (digg. II—V) flache Sehnenzipfel in Sehnenscheiden u. zw. bis zu den Endphalangen und setzt sich ausserdem radial an das (bei Menopoma mit dem Radiale verschmolzene) Carpale II, leicht an Basis des Metacarpale II und an Carpale III; ulnar strahlt sie in die Faszie der Randmuskulatur aus. — Ulnar schliesst sich dem Palmaris superficialis im Ursprung der Ulnaris internus an und inserirt sich an das Ulnare. Zwischen ihm und dem vorigen tritt der ulnare Ast des N. brachialis inferior an die Oberfläche. — Etwas vom Ulnaris int. überdeckt folgt der kurze Flexor antebrachii ulnaris (Epitrochleo-anconaeus), der sich verschieden hoch an der Ulna anheftet.

Unter dieser oberflächlichen Schicht liegt eine zweite, deren Muskeln mit Ausnahme des bereits pg. 146 [232] beschriebenen Flexor metacarpi IV prof. long. auffallend schräg radial-distalwärts verlaufen. Die einzlen Muskeln dieser Gruppe decken einander kulissenartig, u. zw. ist der am weitesten ulnar gelegene der kürzeste und oberflächlichste. Wir wollen ihn Palmaris profundus III nennen. Er entspringt vom Distalende der Ulna und von der Volarfläche des Ulnare und schickt seine sehr kräftige Fasermasse radial-distalwärts breit an die Unter- (Dorsal-) fläche der Palmarfaszie. — Radial folgt der Flexor metacarpi IV prof. longus. Er schiebt seine Sehne in die Vola zwischen dem vorigen und dem Palmaris profundus II. Dieser ist bei Menopoma in zwei Schichten zerlegt und kommt von den distalen zwei Dritteln der Ulna, ferner von der Volarfläche des Ulnare, Centrale und der Carpalia III und IV. Sein Ansatz nimmt die Radialhälfte der Palmarfaszie (dorsal) ein. — Demnächst entspringt der Palmaris profundus I wie der vorige von der Ulna, ferner vom Intermedium, Centrale und etwas vom Carpale III und inserirt sich an den volaren Längswulst der vereinigten Radiale + Carpale II und an den Sehnenzipfel der Palmarfaszie, der die Basis der Metacarpale II erreicht. — Der tiefste Muskel am Vorderarm ist der Interosseus antebrachii (Pronator quadratus).

Alle Muskeln der tiefen Schicht nehmen also ihren Ursprung ausgesprochen ulnar, was ich noch einmal betonen möchte; denn wir werden gerade damit am meisten zu rechnen haben.

Die kurzen Fingermuskeln ordnen sich in 3 Schichten:[1])

1) Eine oberflächliche Schicht entspringt von der Dorsalfläche der Palmarfaszie über dem Metakarpus, dicht distal zur Insertion der eben aufgezählten Palmares profundi. Diese Flexores breves superficiales senden leicht zu trennende Bündel an Mittel- und Basalphalanx, ausserdem an das Metakarpale (nicht bei Salamandra), sind also im Einzelnen Flexores metacarpi, internodii primi et secundi — immer ausgegangen von dem vierten, dem einzigen dreigliedrigen

---

[1]) Ich verzichte hier auf eine detaillirte Beschreibung der kurzen Muskulatur, da sie uns zu weit führen würde und ich anderseits beabsichtige, dies Thema zu einer späteren Gelegenheit eingehend zu behandeln.

Finger der vierfingrigen Salamandrinenhand. Ihre Lage zur Insertion der Palmares profundi und ihr Abgang von der Palmarfaszie wird aus dem Schema Taf. X, Fig. 3 ersichtlich. Der Flexor der Mittelphalanx ist unpar, die beiden andern zeigen Andeutungen einer parigen Sonderung.

2) Eine mittle Schicht enthält die Flexores breves medii s. Contrahentes digitorum; sie entspringen von der Volarfläche des Carpale IV, liegen volar zu dem tiefen Palmarnerven (epineural) und inseriren sich an die Bases der Grundphalangen. Der Wirkung nach sind sie adduzirende Beuger und verdienen daher den Namen Contrahentes vollauf.

3) Eine tiefe Schicht endlich umfasst die Flexores breves profundi und die Interossei und liegt dorsal zu dem tiefen Palmarnerven. Die Interossei könnte man leicht noch als besondere Schicht auffassen, da sie sich rein in den Spatia intermetacarpalia halten. Sie adduziren die Finger gegen den fünften hin, indem sie an der Radialkante des 3. bis 5. Metakarpale entspringen und sich hauptsächlich ulnar und distal an die Metacarpalia II—IV, daneben auch ulnar an die Basis der Grundphalangen des 2. bis 4. Fingers ansetzen. — Die Flexores breves profundi bestehen für jeden Finger aus drei Muskelchen: zwei kommen von dem zugehörigen Karpale und inseriren sich hauptsächlich radial und ulnar an das Metakarpale, erreichen aber gelegentlich auch die Kapsel des Metakarpophalangealgelenks und die Basis der Grundphalanx. Zwischen ihren distalen Enden entspringt ein Flexor digiti minimus volar vom Hals des Metakarpale und setzt sich breit volar an die Basis der Grundphalanx. —

Von den Mm. interphalangei können wir hier absehen. —

Versuchen wir nun die geschilderten Verhältnisse mit denen der Säuger und des Menschen zu vergleichen. Die oberflächlichen Muskeln des Vorderarms der Urodelen finden sich hier wieder in dem Palmaris longus, Ulnaris internus und dem auch beim Menschen gelegentlich zu beobachtenden Epitrochleo-anconaeus. Nur ist der Palmaris superficialis bei den Urodelen noch ein Hauptfingerbeuger, während diese Bedeutung am Palmaris long. der Säuger immer mehr zurücktritt und der Muskel damit allmälig zu einem Schatten seiner ursprünglichen Proportionen gegenüber der tiefen langen Beugermasse reduzirt wird. Der Palmaris

superficialis stellt jedoch nicht den einzigen langen Fingerbeuger dar, sondern wir finden bereits eine ziemlich weit differenzirte tiefe Beugermasse vor, die aber noch keine eignen Beziehungen zu den Fingern besitzt, sondern einfach breit an die Sehnenplatte des Palmaris superfic. geht. Wie beim letztern kann sich die Wirkung der Palmares profundi nur auf die Gesamtheit der Finger geltend machen, für die Spezialbewegungen sind ausschliesslich die kurzen Flexoren vorhanden. Darin liegt also ein gewaltiger Unterschied zwischen Urodelen und höhern Säugern, denn die letztern besitzen lange und kurze Spezialbeuger, und es fragt sich, ob es gelingen kann, die höhere Differenzirung aus der niedern abzuleiten.

Es bieten sich m. E. zwei Möglichkeiten. Einmal könnte ein Teil der kurzen Beuger mit seinem Ursprung auf der Dorsalfläche der Palmarfaszie proximalwärts gewandert sein. Dazu müsste die verhältnismässig geringfügige Muskelmasse die Ansätze der Palmares profundi entweder auseinandergeschoben oder ganz verdrängt haben. Im erstern Falle würden gewiss bereits bei Urodelen Andeutungen einer Aufspaltung der Insertion bemerkbar sein, im letztern müssten bei den höher differenzirten Formen doch irgendwo Reste der relativ grossen Muskelmasse der Palmares profundi, wenn auch nur in Form von atavistischen Varietäten am Rande der Palmarfaszie oder des Karpus zu entdecken sein. Beides ist bisher nicht beobachtet. — Die zweite Möglichkeit ist folgende. So lange der Palmaris superficialis an Masse den tiefen Palmares überlegen ist, wird er den Hauptanteil an der Bildung der Palmarfaszie mit ihren Fingersehnen behalten. Sobald jedoch durch eine irgendwie bedingte Funktionsänderung die Palmares profundi zu einer stärkern Entwicklung kommen, kann es ihnen nicht allzuschwer werden, die Herrschaft über die Palmarfaszie und besonders über die Fingersehnen allmälig ganz an sich zu bringen; denn sie besitzen ja, da sie alle von der Ulna entspringen, vor dem Palmaris superficialis den Vorteil, über ein grosses Gelenk weniger hinweg zu gehen. Sind sie erst bis zu diesem Punkt gelangt, so ist der weitere Entwicklungsgang durch die bereits vorhandenen Fingersehnen in ganz bestimmte Bahnen gewiesen. Zunächst hat sich der längere, kräftigere, ausserdem weiter distal an die Palmarfaszie sich inserirende und dem funktionswichtigeren Radialrand

der Hand näher gelegene Palmaris profundus II geltend gemacht und soweit differenzirt, dass wenigstens die distalen Teile der Muskelmasse sich in eine einigermassen der Zahl der Fingersehnen entsprechende Anzahl von Muskelbäuchen zerlegten. Dabei wurde der volare Ursprung aufgegeben, der Vorderarmursprung dehnte sich mit Zunahme der Masse proximal- und radialwärts aus, bis er allmälig selbst über das Kubitalgelenk hinweg den Epicondylus medialis humeri erreichte. So entstand der Flexor digg. longus profundus und der Flexor pollicis longus der Säuger und des Menschen aus dem schon bei den Urodelen gelegentliche Spaltung des Bauches zeigenden Palmaris profundus II. Aus dieser Herkunft erklärt sich auf der einen Seite die bei Säugern und beim Menschen beobachtete vollkommene Verschmelzung der Bäuche des Flex. profundus und des Flex. pollicis longus, auf der andern Seite — aus der sehr früh schon bemerkbaren Sonderung einer ulnaren von einer radialen Muskelpartie — das nicht seltene Uebergreifen des Flexor poll. longus in das Gebiet des Flexor profundus bis zum Mittelfinger, ein Verhalten, dem Testut eine längere Besprechung widmet. Das Umgekehrte, ein Uebergreifen der ulnaren Partie auf den Daumen, ist eo ipso ausgeschlossen. — Hepburn trennt nach seinen Untersuchungen an Anthropoiden ebenfalls eine ulnare von einer radialen Portion des Flexor digg. profundus. Die radiale Portion soll beim Gibbon die Sehnen an Digg. I—III, bei Chimpanse, Orang und Gorilla an Digg. I und II, beim Menschen nur an Dig. I abgeben. Aus Kohlbrügges Beschreibung der Verhältnisse beim Gibbon geht jedoch hervor, dass bei diesem ein selbständiger Flexor pollicis longus besteht, bei den drei andern Anthropoiden aber ist der lange Daumenbeuger zu einem geringen Sehnenreste reduzirt. Die Spaltung des Profundus für Digg. II bis IV in zwei selbständige Muskeln kann natürlich vorkommen; es wird das immer von der höher ausgebildeten Thätigkeit der einzelnen Finger abhängen, als progressive Bildung aufzufassen sein und am häufigsten in einer Absonderung des Bauches für den Index bestehen. — Auch die Verdoppelung der einzelnen Sehnen lässt sich leicht auf die primitive Insertion des Profundus in die ganze Palmarfaszie zurückführen.

Wenn wir also bei den höhern Säugern und den Menschen die

Masse der tiefsten langen Fingerbeuger in eine radiale und ulnare Abteilung sondern, müssen wir immer dabei in der Erinnerung behalten, dass beide Portionen einer gemeinsamen Anlage entstammen.

Was geschieht nun mit den übrigen Fingerbeugern der Urodelen, zunächst dem Palmaris profundus III und den von der Palmarfaszie entspringenden Flexores breves superficiales? Auch auf diese Frage können wir, glaube ich, eine vollkommen befriedigende Antwort erhalten. Sobald der Palmaris prof. II die Hauptfaserzüge der langen Fingersehnen an die Endphalangen okkupirt und mit den anstossenden Faszienpartien zu kompendiöseren Strängen geformt hat, werden die letztern mehr oder weniger zwischen den Ursprüngen der Flexores breves superficiales hindurch in die Tiefe der Vola gezogen, sodass die genannten kurzen Muskeln zum Teil von den tiefen Sehnen, zum Teil noch von den Resten der Palmarfaszie, aber dadurch oberflächlich zu den Sehnen entspringen, während die Insertionen tief liegen bleiben. Entsprechend seiner mehr oberflächlichen Lage muss der kurze Beuger des Mittelphalanx sich am ersten von den langen Sehnen emanzipiren, die etwas tiefer gelegenen haften noch ferner daran. So entstanden unter teilweiser Reduktion die Lumbricales aus den kurzen oberflächlichen Beugern der Grundphalangen (und der Metakarpalien). — Der Palmaris prof. III hat seine Insertion an der Dorsalfläche der Palmarfaszie vorläufig behalten. Sobald bei ihm eine stärkere Massenzunahme eintritt, schiebt er seinen Ursprung wie der Palmaris prof. II ebenfalls am Vorderarm proximalwärts, zunächst auf der Ulna, dann bis zum Epicondyl. medialis hum., endlich bei höchster Entwicklung, da der Zwischenknochenraum bereits ausgefüllt ist, über die Faszie der tiefen Muskulatur zum Radius herüber. Da die Palmarfaszie ja immer noch Faserportionen auf die Finger bezw. die Sehnenscheiden der tiefen, langen Sehnen sendet, wird der Zug des stärker gewordenen Muskels im allgemeinen durch diese Faszienzipfel, im speziellen aber durch die noch von der Faszie entspringenden kurzen, oberflächlichen Beuger der Mittelphalangen dirigirt. Es wird und muss daraus eine neue Sehnenbildung an die Mittelphalangen resultiren, und damit ist der Flexor digg. longus sublimis fertig. Die oberflächlichen kurzen Beuger der Mittelphalanx gehen nun entweder zu Grunde oder sie schliessen sich der Masse des Sublimis an,

jedoch nicht durch einfache Einverleibung ihrer Substanz in die des langen Beugers, sondern stets nur durch Schaltsehnen, sodass dann der Sublimis ganz oder teilweise ein Musc. digastricus sein wird. Ein derartiger Befund ist auch beim Menschen nichts seltenes, und da ist es dann ausserordentlich bezeichnend für das Zustandekommen der Zwischensehne in der eben geschilderten Weise, dass am häufigsten die beiden tiefern Bäuche des Sublimis an Index und Minimus, vor Allem aber der erstere betroffen sind: die tieferen Partien des Palmaris prof. III haben nach der Abspaltung der Profundussehnen von der Palmarfaszie die geringsten Chancen, noch erhebliche Fasermengen für direkte Sehnenbildung übrig zu behalten, besonders eben radialwärts, an dem dem Muskelursprung fernsten Faszienrand. Wir brauchen also nicht mit Humphry anzunehmen, dass diese auffallende Zwischensehnenbildung von der Natur eingerichtet sei, um nicht an einer Stelle eine zu dicke Muskelmasse entstehen zu lassen, oder dass hier eine Art Druckatrophie Platz gegriffen habe. Der vergleichende Hinweis auf die Schaltsehne im Biceps brachii der Saurier ist durchaus zutreffend, nur vermag ich mich auch da, wie früher besprochen, nicht für eine Druckatrophie als Ursache der Erscheinung zu erklären. — Es existiren noch verschiedene Hinweise auf das primitive Verhalten des Sublimis wie z. B. Bündel an das Lig. carpi volare proprium oder an die Dorsalfläche der Palmarfaszie, ferner das Fehlen des Sublimis an den fünften Finger und sein Ersatz durch einen kurzen Muskel, der entweder vom distalen Teil der Ulna oder von der Oberfläche des Profundus oder von der Synovialscheide der vierten Profundussehne kommt (= distal stehen gebliebener Teil des Palmaris prof. III) oder von der Dorsalfläche der Palmarfaszie Lumbricalis-artig entspringt (= erhaltener Flexor brevis superficialis dig. V). Anderseits habe ich einen Flexor sublimis des Kleinfingers beobachtet, der aus einem proximalen Bauche eine kräftige, einfache Sehne ulnar an die entsprechende Profundussehne gab, daneben aber auch noch aus einem distalen Bauche eine perforirte Sehne normal an die Mittelphalanx schickte. Der distale Bauch ist ganz zweifellos ein Flexor dig. V. superfic. brevis, der proximale ein Teil des Palmaris prof. III, der in diesem Falle noch ulnar neben dem Palmaris prof. II direkte Beziehungen zu den ursprünglichen langen Fingersehnen erlangt hatte. —

Reste der Flexores breves superficiales scheinen öfter noch vorhanden zu sein. So fand R. du Bois Reymond (1894) an einer an Muskelvarietäten reichen männlichen Leiche, dass der Lumbricalis eines jeden Index aus einem Bauch bestand, der wie gewöhnlich vom radialen Rand der tiefen Beugesehne zur Rückenaponeurose der Grundphalanx verlief, und einem zweiten längern Bauch, der, bis über das Handgelenk hinauf muskulös, mit einer langen Sehne vom ersten Bauch des Flexor sublimis entsprang. In einem von Windle mitgeteilten Falle kam ein als Palmaris accessorius bezeichneter, zylindrischer, Lumbricalis-ähnlicher Muskel vom Rand des Lig. carpi volare, ulnar neben dem oberflächlichen Kopfe des Flexor brevis pollicis; seine lange Sehne vereinigte sich mit der des Index-Lumbricalis. — Als Zeichen höherer Differenzirung wird es anzusehen sein, wenn einzelne Bäuche des Sublimis z. B. die für Index und Minimus sich in ganzer Länge von der übrigen Masse isoliren. Wie man sich das Zustandekommen der Perforation der Sehnen zu denken hat, bietet wol kaum für den Morphologen irgendwelche Schwierigkeit. Ich möchte hier nur noch als charakteristische Bildung erwähnen, dass gar nicht selten statt des zweischenkligen Ansatzes nur ein einfacher besteht, indem die Sehne des Sublimis bandartig flach in einer halben Spiraltour unter die Profundussehne an ihre Phalanx geht. Ich halte das für eine Rekapitulation der ursprünglich einfachen Insertion des Flexor brevis superficialis phalangis II.

Werfen wir noch einen Blick auf die Verhältnisse der Fingerbeuger, wie ich sie bei Ornithorhynchus finde. Ein mächtiger Flexor digg. longus lässt sich in zwei Portionen trennen: die oberflächliche, voluminösere kommt breit von der Ventralfläche und dem Distalrand des stark verbreiterten Epicondylus medialis humeri und entwickelt aus ihrem Innern eine starke Sehne, die tiefe entspringt von einer Knochenzacke des Humerus dicht neben dem Kubitalgelenk und von der proximalen Hälfte der Ulna, schliesst sich der Unterfläche der Sehne der ersten Portion an, zeigt aber radial noch ein etwas selbständigeres Sehnenbündel, das sich noch eine Strecke weit an der Hauptsehne zum ersten Finger verfolgen lässt. Die starke, gemeinsame Sehne beider Portionen verbreitert sich über dem Karpus, enthält hier zwei Sesambeine und nimmt vor der Aufspaltung an die fünf Finger

noch an ihrer Dorsalfläche eine kurze, kräftige Sehne auf, die unter dem Pisiforme hervor vom Triquetrum kommt und fast transversal radialwärts verläuft. Ein Palmaris longus fehlt. Die dünne Palmarfaszie heftet sich proximal auf den Anfang der Flexorsehnenplatte und überzieht den Flexor digg. sublimis. Dieser besteht aus vier kleinen Muskelbäuchen für den 1. bis 4. Finger, die von der Volarfläche der langen Beugersehnenplatte über dem Karpus entspringen und mit zarten Sehnenfasern einfach in die Sehnenscheide des entsprechenden langen Flexors noch über dem Metakarpus einstrahlen; nur an Dig. I entwickelt sich ein Teil der Sublimissehne stärker und ist radial von der langen Sehne noch bis zur Basis der Grundphalanx zu präpariren. Bei dem Schnabeltier sehen wir also noch einen ganz primitiven Flexor superficialis brevis erhalten, während die oberflächliche Portion des Flexor longus dem Palmaris prof. III der Urodelen, dem (proximalen Abschnitt des) Flexor sublimis der höhern Säuger, die tiefe Portion dem Palmaris prof. II der Urodelen, dem Flexor profundus höherer Säuger entspricht. Die merkwürdige accessorische Sehne in der Vola darf man vielleicht als Rest des karpalen Ursprungs des Palmaris prof. II oder besser noch als rückgebildeten Palmaris profundus I der Urodelen ansprechen. —

Der Palmaris profundus I (= Pronator manus Humphry?) der Urodelen liegt zwischen dem Palmaris prof. II und dem Interosseus antebrachii. Sein Homologon bei den Säugern und dem Menschen müsste sich demnach zwischen dem Flexor digg. profundus bezw. dem Flexor poll. long. und dem Pronator quadratus vorfinden und mit seiner Sehne sich an den radialen Karpusrand, an die Palmarfaszie daselbst, ev. auch noch an die Basis des Metacarpale II heften. Normalerweise fehlt ein solcher Muskel, doch kennen wir unter dem Namen eines Radiocarpeus (Testut, Tibial postérieur de l'avant-bras Richard, Radialis int. brevis Gruber, Radiocarpometacarpeus Zaaijer, Flexor carpi radialis brevis vel profundus Wood), eines Cubitocarpeus (Gruber) und eines Radio-cubito-carpeus (Gruber) supernumeräre Muskeln, die an der angegebenen Stelle auftreten. Der Radiocarpeus ist zuerst von Fano (1851) beschrieben als ein Muskel, der vom distalen Drittel der volaren Radiusfläche entspringt, sich an

das Trapezium inserirt und von einem Zweig des N. interosseus anterior versorgt wird. Ich möchte die von Testut zusammengestellten Fälle durchaus nicht alle in dieselbe Kategorie rechnen, ganz besonders nicht die, welche einen Ursprung des Muskels oberflächlich zum Flexor pollicis long. zeigten. Die Insertion ist sehr variabel und kann an Trapezium, Sehnenscheide des Radialis int., Naviculare und Capitatum, Trapezium und Capitatum, Trapezium und Trapezoid etc., ausserdem noch allein oder neben einem Karpalansatz an Metacarpale II, III, selbst IV erfolgen. In einem von mir beobachteten Falle ging die kräftige Sehne ulnarwärts unter der des Radialis int. weg, gab etliche Bündel in deren Scheide und heftete sich radial zur Sehne des Flex. pollicis long. an die Dorsalfläche des Lig. carpi volare proprium. Der Cubitocarpeus erscheint in zwei Formen, von denen die eine als Abspaltung des Ulnaris int. zu betrachten ist und nicht hierher gehört, die andre von Testut als „Faisceaux cubito-carpiens dépendants du carré pronateur“ bezeichnet wird und entweder vom Distalrand oder, was sie mehr als selbständigen Muskel charakterisirt, in der Höhe des Proximalrandes des Pronator teres von der Ulna entspringt und sich an Naviculare oder Trapezium ansetzt. Im Radio-cubito-carpeus vereinigt sich ein Radiocarpeus mit einem Cubitocarpeus fleischig, ohne Schaltsehne; die gemeinsame Endsehne geht volar an Trapezium oder Trapezoid, auch an die Sehnenscheide des Radialis int. oder an das Capitatum. Ein Rest des Cubitocarpeus ist augenscheinlich in der starken, auffallend radial- und karpalwärts gefaserten Deckfaszie des Pronator quadratus zu sehen. — Ich halte alle drei genannte Muskeln für rudimentäre Rückschläge auf einen und denselben Muskel, nämlich auf den Palmaris prof. I der Urodelen, der auch von N. interosseus ant. innervirt wird. Durch die starke Entwicklung des Flex. digg. profundus wird er im Ursprung distal- und radialwärts verdrängt, zumal seine funktionelle Bedeutung mit der stärkeren Ausbildung des günstiger gelegenen Radialis int. abnehmen muss. —

Wir haben bei der bisherigen Besprechung einen Muskel des Urodelenvorderarms noch vernachlässigt, nämlich den bereits früher als Homologon des Tibialis posticus genauer erwähnten Flexor meta-

carpi IV profundus longus. Dieser Muskel lagert sich trennend zwischen die Palmares proff. II und III. Er ist ganz ersichtlich die Ursache, dass die Massen der beiden Palmares, also die spätern Flexores digg. longi profundus und sublimis sich bei der Vergrösserung ihrer Bäuche und der Entwicklung der speziellen Fingersehnen nicht mehr oder weniger vollständig vereinigen. Anderseits aber wird er durch die Ausbildung der Profundussehnen gezwungen, seine metakarpale Insertion aufzugeben, wird durch diese Sehnen einfach vom Karpus abgehoben. Mit dem Verlust des Skeletansatzes sucht der verdrängte Muskel, wie wir es ja bereits öfter gesehen haben, eine neue Anheftung in der Nähe der früheren. Dafür kommt selbstverständlich zu allererst die Volarfläche des verdrängenden Muskels, des Profundus, in Betracht. Wir würden also bei den Sängern und dem Menschen das Homologon des in Rede stehenden Muskels, falls es nicht gänzlich geschwunden ist, finden müssen zwischen Flexor digg. sublimis und profundus, mit einem Ursprung vom proximalen Ende der Ulna oder auch vom Epicondyl. medialis humeri. Ein solcher Muskel ist bekannt und fast konstant beim Menschen vorhanden als Accessorius ad flexorem profundum (Gantzer), scheint bei den Affen fast ganz zu fehlen, ist aber als Centralis von Windle bei einer grossen Reihe niederer Säuger nachgewiesen. Er inserirt sich gewöhnlich auf die Sehne des Flexor profundus, doch kann er sich bei starker Verkürzung seines Bauches auch gelegentlich an die Muskelmasse des Profundus mittelst einer Zwischensehne anheften. Ich möchte diesen Accessorius nicht ohne weiteres dem accessorischen Bündel aus dem Sublimis an den Flexor poll. longus gleichsetzen, sondern halte letztern in einer grossen Reihe von Fällen für einen echten Sublimisbauch des Daumens, der deshalb rudimentär erscheint, weil der Daumen nur 2 Phalangen besitzt. Ich habe nämlich häufiger durch vorsichtige Präparation feststellen können, dass die accessorische Sehne sich deutlich wie eine Perforatussehne spaltet und die Sehne des Flex. poll. long. mehr oder weniger umfasst, ehe sie ganz mit ihr verschmilzt.

Ist nun unsre im vorigen Abschnitt aufgestellte Homologisirung des Tibialis posticus mit dem Flexor metacarpi IV prof. long. der Urodelen stichhaltig, so ergibt sich als nächste Konsequenz, dass bei

den Säugern der Tibialis posticus sein Homologon in dem Accessorius ad flexorem profundum (Gantzer) besitzt, so paradox diese Vergleichung auch auf den ersten Blick erscheinen mag. Die Homologie ist nur eine imitatorische, denn der Tibialis posticus wird von $L_5 S_1$, der Accessorius ad. flex. prof. dagegen von $C_7 C_8$ innervirt. Doch wird uns das am wenigsten merkwürdig erscheinen, wenn wir uns der in den Vorbemerkungen zur Unterschenkelmuskulatur erwähnten eigenartigen Abweichungen in der Entwicklung der distalen Enden beider Extremitäten erinnern; wir werden danach zwischen den tieferen Schichten des Vorderarms und Unterschenkels und vollends zwischen den eigentlichen Hand- und Fussmuskeln kaum etwas andres als imitatorische Homologien zu finden erwarten. — Dass der oben behandelte Radiocarpeus nicht als Homologon des Tibialis posticus zu betrachten ist, wie Richard aus den analogen Lagebeziehungen beider geschlossen hat, brauchen wir hier nicht weiter zu erörtern.

Doch kehren wir nach dieser Abschweifung zu unserm Thema der Entwicklung der langen und kurzen Zehenbeuger zurück (vergl. Taf. XII, Figg. 15—19). Der Plantaris superficialis maior der Urodelen ist bereits früher (pg. 141 [227]) genauer charakterisirt und ebenso die von ihm bedeckten, noch der oberflächlichen Schicht der ventralen Unterschenkelmuskulatur angehörigen Plantaris superficialis minor und Fibuloplantaris. Unter dem N. plantaris lateralis folgen nun in mehreren Schichten kräftige Muskeln, die alle von der Fibula oder dem fibularen Teil des Tarsus entspringen und distal-tibialwärts gegen den medialen Rand des Unterschenkels und Fusses verlaufen. Der Plantaris profundus I kommt von der ganzen Länge der Fibula und noch etwas vom Lateralrand des Fibulare und setzt sich an die Dorsalfläche der Fascia plantaris. Der proximal-tibiale Rand des Muskels entwickelt eine flache Sehne, die sich aber ebenfalls an die Plantarfaszie inserirt. Der Plantaris profundus II wird vom vorigen vollständig überlagert, entspringt vom distalen Viertel der Fibula und von der Plantarfläche des Fibulare, schickt seine Fasern in der Hauptsache an den Teil der Plantarfaszie, der sich an die Basis des ersten Metatarsale anheftet. An den distalen Rand des Plantaris profundus I grenzt der bedeutend kleinere Plantaris pro-

fundus III, dessen Ursprung von der distalen Lateralecke des Fibulare und von den Proximalrändern der Tarsalia III—V den distalen Rand des Plantaris prof. II noch etwas umfasst; seine kurzen Fasern wenden sich tibialwärts an die Dorsalfläche der Plantarfaszie. Nach Entfernung der 3 tiefen Plantares stösst man auf eine Muskelplatte, deren Ursprung sich über die ganze Länge der Fibula, den Tibialrand des Fibulare, die Centralia und das Tarsale II erstreckt. Das proximale Viertel der Fasermasse ist leicht abzutrennen, konvergirt gegen das distale Ende der Tibia und umfasst es mit seiner Sehne, um in der Kapsel des Tibiotarsalgelenks zu enden (Fibulotibialis), die distalen drei Viertel konvergiren gegen den Tibialrand des Tibiale, Tarsale I und der Basis des Metatarsale I (Fibulotarsalis). Die letztere Portion ist es, die ich pg. 146 [232] dem Tibialis posticus der Säuger homologisirte. — Unter diesem grossen Doppelmuskel findet sich als letzter am Unterschenkel der wolentwickelte Interosseus cruris, wie die vorhergehenden ausgesprochen tibial-distalwärts gefasert.

Die kurzen Muskeln im Fusse verhalten sich ganz ähnlich denen in der Hand, jedenfalls sind die Differenzen für unsre Zwecke nicht von Bedeutung. Wir unterscheiden also wieder die von der Dorsalfläche der Plantarfaszie in der Höhe des Metatarsus entspringenden Flexores breves superficiales mit ihren Unterabteilungen, die von einer Zwischensehne gegen den Fibuloplantaris in der Höhe des 4. Tarsale kommenden Flexores breves medii s. Contrahentes und die hyponeuralen Flexores breves profundi nebst den Interossei.

Fassen wir die Plantares profundi näher ins Auge, so bemerken wir zwar eine analoge Schichtung wie an den Palmares profundi, aber es fehlt zwischen ihnen ein Muskel, der wie der Flexor metacarpi IV prof. long. sich trennend zwischenlagert. Und das ist für die Weiterentwicklung der Plantares profundi von grösster Bedeutung. Wie an der kranialen Extremität bemächtigen sich an der kaudalen die Plantares proff. der ursprünglich von dem Plantaris superfic. maior beherrschten langen Beugesehnen, sobald Aenderungen in der Funktion d. h. das Auftreten von Nebenfunktionen eine energischere Zehenthätigkeit notwendig machten. Der am oberflächlichsten gelegene Plantaris profundus I setzt sich am weitesten proximal an die Faszie, aber in

grösserer Breite als der Plantaris prof. II, dessen Fasern hauptsächlich den tibialen Rand der Faszie ergreifen. Der letztere ist also entschieden auf dieser Seite im Vorteil, wird demnach mit Leichtigkeit die Sehnen der tibialen Zehen für sich gewinnen, kann aber hinsichtlich der Sehnen für die übrigen Zehen nicht gegen die beiden andern Plantares profundi aufkommen, auch nicht bei gleichzeitiger Weiterentwicklung aller drei. Ihrem Faserverlauf nach überkreuzen sich Plantaris prof. I und II spitzwinklig; da sie unmittelbar übereinanderliegen, wird die Loslösung der in der Richtung des Muskelzuges sich ordnenden und in die präformirten Sehnenzipfel der Plantarfaszie übergehenden Bindegewebsstränge von der Dorsalfläche der Faszie ungehindert auf einmal erfolgen können. Damit erhalten wir über der Plantarfaszie eine Sehnenplatte, in der die dorsalen Faserzüge wesentlich an die tibialen Zehen, die plantaren mehr an die fibularen ausstrahlen, eine Anordnung, wie wir sie in dem Sehnenkomplex des Flexor hallucis long. und des Flexor digg. longus im menschlichen Fusse und in den verschiedensten Variationen bei Säugern (Centetes-Typus Dobsons) vorfinden. Die Ueberkreuzung der zu beiden Muskeln gehörigen Sehnenfaszikel wird noch auffallender, sobald die Muskelbäuche durch Zunahme an Grösse und Masse gezwungen sind, sich in dem am Unterschenkel vorhandenen Raume einzurichten. Wird die tibiale Randzehe funktionell stark bevorzugt, wie an unsrer Grosszehe oder am Hinterdaumen der Affen, so erhält der Plantaris prof. II, der kleinere bei den Urodelen, das Uebergewicht in der Masse und drängt den ihn überlagernden und besonders proximal weit über ihn hinausgreifenden Plantaris prof. I zur Seite, nach der Tibia hin, während er selbst, da der Zwischenknochenraum und der distale Teil der Tibia bereits von Muskulatur bedeckt ist, an der Fibula entlang sich proximalwärts ausbreitet. So entsteht ein Flexor hallucis longus neben einem Flexor digg. longus, von denen der letztere bei stärkerer Entwicklung stets die Tendenz zeigt, den erstern zu überlagern. In der Mehrzahl der Fälle haben wir aber nur einen Flexor digg. fibularis und tibialis zu unterscheiden. Die dabei häufig zu beobachtende Erscheinung, dass der Flexor tibialis je eine Hauptsehne an Digg. I und V schickt, lässt sich ebenfalls aus den primitiven Einrichtungen bei den Urodelen ableiten. Der Plantaris prof. I besitzt ja bereits eine direkte Beziehung zum Tibialrand der

Faszie und behält für die fünfte Zehe das ganze Feld für sich. Der Plantaris prof. II liegt aber mit seiner Faszieninsertion den Zehen näher, speziell am tibialen Rand und grenzt unmittelbar an den bisher noch nicht weiter berücksichtigten Plantaris prof. III. Dieser kurze, kräftige Muskel mit seinem rein plantaren Ursprung muss daher wie sein Nachbar leichter direkte Beziehungen zu den Zehen erlangen können als der Plantaris prof. I; sein Wirkungsbereich erstreckt sich aber nicht auf die fünfte Zehe d. h. auf den Fibularrand der Plantarfaszie, sodass diese Stelle für den Plantaris prof. I allein reservirt bleibt. Der Plantaris prof. III wird, falls ihm der Plantaris prof. II nicht zu sehr überlegen ist, die Sehnen für die mittlen Zehen in Anspruch nehmen, dabei aber tibial mehr oder weniger mit diesem in Konkurrenz treten, sodass man stets für die zweite, weniger für die dritte, gelegentlich aber sogar für die erste Zehe Verbindungen zwischen den Sehnen beider Muskeln erwarten darf. Der Plantaris prof. III entspricht ganz zweifellos dem Quadratus plantae der menschlichen Anatomie, der sich stets dorsal zu den sehnigen Ausstrahlungen des Flexor digg. longus an die gemeinsame Sehnenplatte inserirt und meist (bei nicht zu schwacher Ausbildung) viel mehr Anteil an der Bildung der Sehnen für die 2.—4. Zehe hat als der Flexor digg. longus. Aus den primitiven Verhältnissen des Urodelenfusses ist eine Weiterentwicklung des Plantaris prof. III und eine Verschiebung des sich vergrössernden Muskels proximalwärts auf den Unterschenkel, speziell im Anschluss an den Plantaris prof. II (Flexor digg. fibularis) leicht zu konstruiren. Wir erwähnten aber bereits bei der Beschreibung dieser Urodelenmuskeln, dass der Plantaris prof. III mit seinem Ursprung den distalen Rand des Plantaris prof. II umfasst. Bei einer Wanderung des ersteren wird also stets die grössere Wahrscheinlichkeit dafür sprechen, dass sein Muskelbauch über den des letztern zu liegen kommt. Das ist in der That der Fall: sobald der Quadratus plantae des Menschen einmal in stärkerer Entwicklung gefunden wird und sein Ursprung sich von der Planta aus durch den Sulcus calcanei bis auf den Unterschenkel geschoben hat, überlagert er stets den Flexor hallucis longus. Er entspringt dann bekanntlich zunächst distal dem letztern angeschlossen von der Fibula, greift aber von da auf der tiefen Unterschenkelfaszie mehr oder weniger weit proximal- und tibialwärts über. Ich verfüge

über Beobachtungen, wo die Masse des abnormen, vergrösserten Quadratus die des Flexor digg. longus überstieg und der Muskel nicht nur fast die vollständige Bildung der 2. — 4. perforirenden Sehne übernahm, sondern auch dem Flexor hallucis longus ein Bündel abgab. Nur die perforirende Sehne an die Kleinzehe war stets ohne Zuschuss vom Quadratus, lediglich vom Flexor digg. longus gebildet. Es stimmt das mit allen Beobachtungen aus der vergleichenden Anatomie der Säuger überein. Doch ist es da auffallend, wie wenig der accessorische plantare Flexor (Quadratus plantae) gefunden wird, und wie oft andrerseits der Flexor hallucis longus oder besser der Flexor fibularis die 2. bis 4. Zehe versieht, ganz besonders bei Reduktion und Schwund des Flexor digg. tibialis. Man kann Jenes durch einfachen Schwund des Quadratus, dieses durch eine fibularwärts verbreiterte Insertion des primitiven Plantaris prof. II zu erklären suchen, man kann aber auch beides mit einander in Verbindung bringen und annehmen, der Quadratus sei auf den Unterschenkel gewandert und habe sich dort mit dem Flexor fibularis vereinigt. Es würde dann freilich nur durch eine vorsichtige Präparation festzustellen sein, ob sich der überlagernde Quadratusanteil noch irgendwie vom Flexor fibularis trennen lässt, ein Versuch, der bei der gleichen Faserung der Muskeln vielleicht nur dann Aussicht auf Erfolg hat, wenn sich am Unterschenkel die beiden Sehnen noch isoliren lassen. — Nach diesen Auseinandersetzungen kann selbstverständlich nicht die Rede davon sein, dass wir den normalen Flexor accessorius digg. pedis mit TESTUT bei den Säugern in Folge der Entwickelung des Calcaneus und einer stärkeren Differenzirung der „Pronato-flexor mass“ HUMPHRYS als vom Unterschenkel in die Planta hinabgestiegen und die als Anomalie beim Menschen auftretende Ausbreitung des Ursprungs auf den Unterschenkel als Atavismus betrachten. Es ist vielmehr gerade umgekehrt: der Accessorius differenzirt sich bereits bei den Urodelen als rein plantar entspringender Flexor digg. ab und steigt erst später nach dem Unterschenkel auf.

Er erübrigt noch mit einigen Worten der Entstehung des Flexor digg. pedis brevis s. perforatus zu gedenken. Bei der Bildung der Flexores longi tibialis, fibularis und des Accessorius aus den 3 Plantares profundi wurden die Flexores digg. breves superficiales in gleicher Weise wie an der Hand in Mitleidenschaft gezogen. Die dem Ansatz

der drei Plantares zunächst von der Dorsalfläche der Plantarfaszie entspringenden und an die Grundphalangen (bezw. ausserdem noch an die Köpfchen der Metatarsalien) inserirten Bündel treten gleich mit dem Komplex der langen Sehnen in die Tiefe und bleiben als Lumbricales bestehen. Die an die Mittelphalangen gehenden Muskelbündel dagegen können leichter als an der Hand ihren Ursprung an der Dorsalfläche der Faszie behalten, da diese letztere nicht zweimal zur Abspaltung von Sehnen in Anspruch genommen wird. Der Ursprung wandert dann an der Faszie proximalwärts, sobald eine Verstärkung notwendig wird, bis an den Calcaneus, wo er normalerweise beim Menschen Halt macht. Anders bei den Beutlern, bei denen der Muskel ausserordentlich variirt. So findet Mac Cormick bei Dasyurus viverrinus den Ursprung in der Sohle teils an der Dorsalfläche der Faszie, teils an der Plantarfläche der langen Beugesehnenplatte, bei Thylacinus kommt er nach Cunningham vom Calcaneus, bei Didelphys virginiana nach Coues oberhalb des Sprunggelenks fleischig von der Rückfläche der breiten Sehne des Flexor fibularis; ein ganz ähnliches Bild bietet mein Exemplar von Didelphys cancrivora, während ich bei Didelphys philander den kräftigen Flexor perforatus mittelst einer schmalen, aber durchgehenden Schaltsehne von der Oberfläche des Flexor fibularis bis in das proximale Viertel des Unterschenkels entspringen sehe; als Extrem berichtet Cunningham, dass bei Cuscus der Ursprung den Flexor fibularis ganz bedeckt bis auf die Faszie des Popliteus. Dass es sich hier um eine Wanderung eines ursprünglich plantaren Muskels in proximaler Richtung handelt, geht aus der Innervation hervor, denn nach Cunningham ist der oberflächliche Abschnitt der Flexormasse von einem rückläufigen Zweig des N. plantaris medialis versorgt, der tiefe direkt vom N. tibialis. Ich fand diesen rückläufigen, übrigens sehr auffälligen Nerven bei Didelphys philander aus der Planta durch die Sehnenscheide des Flexor fibularis zum Unterschenkel aufsteigen.

Neben derartigen progressiven Veränderungen zeigt der Flexor brevis aber noch andere, besonders auch regressive Erscheinungen. Die Affen, und nicht zum wenigsten die Anthropoiden, bieten dafür gute Beispiele, die zugleich die Tendenz des Muskels erkennen lassen, seinen Ursprung von der Plantarfaszie und vom Calcaneus auf die Plantarfläche der langen Beugersehnen zu verlegen u. zw. von der fibularen

Seite beginnend, sodass der perforirte Flexor für Dig. II am längsten seine Anheftung am Calcaneus bewahrt. Von der fibularen Seite her tritt auch die Rückbildung ein. Wir finden beim Menschen gar nicht selten ebenso wie bei den Affen statt eines Flexor perforatus dig. V nur eine zarte Sehne, die fibular von der langen Sehne für diese Zehe oder nur von deren Sehnenscheide oder von der Faszie des letzten Lumbricalis kommt, sich aber noch teilt und an die Mittelphalanx oder das erste Zehengelenk geht. Bei Kohlbrügges Hylobates syndactylus waren die Bäuche für Digg. III—V zu Sehnenresten reduzirt, die sich von der Plantarfläche der langen Sehnen abhoben. — Ein Flexor perforatus für den Hallux ist meines Wissens nach nicht beobachtet, und ich fand ihn beim Gorilla auch nur in Gestalt eines dünnen sehnigen Streifens, der sich von der Sehnenscheide des Flexor hallucis longus in der Gegend des Metatarsalköpfchens ablöste und bereits über der Basis der ersten Phalanx spaltete, um die lange Sehne zu umfassen; er erreichte den Knochen nicht, sondern verschmolz mit der Dorsalfläche der langen Sehne. So geringfügig dieser Befund erscheinen mag, so interessant ist er meiner Ansicht nach für den Morphologen: er zeigt uns ebenso wie die von mir an der Sehne des Flexor pollicis long. beobachtete perforirte Sehne des Zuschussbündels vom Flexor digg. sublimis, dass Hallux und Pollex ursprünglich mehr als 2 Phalangen besessen haben müssen. Denn ich halte die Möglichkeit, diese Bildungen als progressive aufzufassen, für ausgeschlossen. — Das Auftreten konjungirender Bündel zwischen den Lumbricales und dem Flexor perforatus, wie es Testut einmal beim Chimpanse fand, ist ein atavistischer Hinweis auf den ursprünglichen Zusammenhang beider, als sie noch gemeinsam von der Plantarfaszie entsprangen. Von eignen Beobachtungen gehören hierher einige Funde, wo vom Fibularrand des Flexor perforatus für die 4. Zehe sich eine fadendünne Sehne nach der Kleinzehe abspaltete, aber durch einen kleinen Muskel, der von der Platte der langen Sehnen in einer Flucht mit den Lumbricales seinen Ursprung nahm, verstärkt wurde und dann normal perforirt sich an die Kleinzehe inserirte. Solche Fälle würden vielleicht häufiger zu Gesicht kommen, wenn nicht durch die starke Verschieblichkeit der langen Beugersehnen gegen die Plantarfaszie schon sehr früh eine völlige Abspaltung begünstigt worden wäre. — Ein gutes Supplement zu den

vorstehenden Angaben bietet die Zusammensetzung der Zehenbeuger bei Castor fiber (Fötus). Der Flexor digg. tibialis endet an dem sog. Prähalluxrudiment. Der Plantaris heftet sich tibial an das Tuber calcanei, geht aber fibular von dieser Insertion noch in die Planta, wo die Sehne teils als Plantarfaszie die tibiale Hälfte der Sohle überzieht und sich an das Prähalluxrudiment, sowie an die Sehnenscheiden der 1. und 2. Zehe ansetzt, teils mit 3 langen perforirten Sehnen an die Mittelphalangen der 3. bis 5. Zehe gelangt. Der Flexor digg. brevis kommt vom Calcaneus und etwas von der Dorsalfläche der Plantarfaszie und spaltet sich in drei Bündel; das tibiale bildet eine schwache einfache Sehne, die sich der tiefen Beugesehne des Hallux anschliesst, das mittle geht mit perforirter Sehne an die Mittelphalange der 2. Zehe, das fibulare inserirt sich fleischig dorsal an die lange vom Plantaris gebildete perforirte Sehne für die 3. Zehe. Für 4. und 5. Zehe sind keine Portionen des Flexor brevis vorhanden. Der Flexor digg. fibularis ist sehr kräftig und schickt von einer dreieckigen, im Fuss gelegenen Sehnenplatte 4 starke Sehnen an die 2. bis 5. Zehe. Von der Sehne für die 2. Zehe spaltet sich ein kurzer Zipfel nach dem Hallux ab und verbindet sich mit der Halluxportion des Quadratus plantae. Der letztere entspringt plantar vom Calcaneus und noch etwas von der Sehnenscheide des Flexor fibularis und geht plantar zu diesem an die 1. bis 3. Zehe. —

Bei einer Zusammenstellung der Thatsachen und Folgerungen in diesem Abschnitt und einer Vergleichung mit den Resultaten, zu denen v. Bardeleben durch seine Untersuchungen an Säugern gelangt ist, tritt als wesentlichste Differenz die verschiedene Auffassung bei der Ableitung der tiefen langen Finger- und Zehenbeuger auf. Während v. Bardeleben den Flexor digg. manus sublimis dem Flexor digg. pedis tibialis homologisirt und jede Vergleichbarkeit mit dem Flex. digg. pedis perforatus negirt, dürfen wir behaupten, dass bei einem durch Schaltsehnen zweibäuchigen Flexor sublimis die distalen Bäuche ebenso wie gelegentliche Reste des Flexor brevis superficialis an der Palmaraponeurose dem Flexor brevis perforatus entsprechen, dass aber den proximalen Bäuchen des Sublimis normalerweise ein Homologon an der distalen Extremität abgeht — ausser bei den Urodelen. Wenn demnach Hyrax und Paradoxurus (nach v. Bardeleben) den primi-

tiven, von der Palmarfaszie entspringenden Flexor brevis superficialis noch besitzen und daneben noch einen Sublimis, so ist der erstere ohne Weiteres als imitatorisches Homologon des Flex. digg. pedis perforatus zu betrachten, der letztere aber nicht dem Flexor digg. tibialis gleichzusetzen. Denn der Letztere findet sein, zwar nur imitatorisches, Homologon im Flexor digg. profundus + Fl. pollicis longus, der Flexor digg. fibularis (hallucis long.) nebst dem Quadratus plantae aber nur in dem Radio-cubito-carpeus, den wir oben als Varietät kennen gelernt haben.

Um diese Homologisirung rascher dem Verständnis nahe zu bringen, ist die Herbeiziehung eines einfachen Modells aus Papierstreifen zu empfehlen: Die Muskeln am Urodelenvorderarm und Unterschenkel überlagern einander wie die Blätter eines Buches, alle am selben Rand gefasst; am Vorderarm ist der Flexor metacarpi IV prof. long. wie ein Buchzeichen zwischen diese Muskelblätter, die Palmares profundi, eingeschoben, am Unterschenkel legt sich sein Homologon, der Fibulotarsalis (Tibialis post.) tibial vor die Plantares profundi. Ein Muskel, der dem aus dem Palmaris prof. III entstandenen Flexor digg. sublimis homologisirt werden könnte, muss am Unterschenkel tibial zum Tibialis posticus gelegen sein und kann höchstens als Rudiment erscheinen, wenn wir bedenken, dass am fünfzehigen Säugerfuss im Vergleich zur Hand zwei tibiale Zehen zu ergänzen sind. Wir kennen nun solche Muskelreste unter dem Namen eines Tibialis secundus oder eines Soleus accessorius, wie ihn z. B. Testut (1892) auf Taf. XII, Fig 41 abbildet; die Insertion kann, da sie jeglicher Bestimmtheit entbehrt, an Lig. laciniatum, Calcaneus, Plantarfaszie, Knöchelgelenkskapsel erfolgen, und wir sehen in dem zuletzt erwähnten Ansatz eine unverkennbare Aehnlichkeit mit dem des Tibiofibularis der Urodelen.[1]) Wir sind bisher auf diesen Muskel noch nicht weiter eingegangen, weil er nicht zu den Zehen in Beziehung steht. Seine auffallend kräftige Entwicklung ebenso wie die seines

[1]) Testut, der sonst immer bestrebt ist, die Muskelvarietäten als Atavismen zu erklären und wo möglich nachzuweisen, sieht allerdings in dem Tibialis secundus Bahnsens nur „un simple tenseur de la synoviale articulaire“. Aber weshalb sollte nicht auch dieser eine Vergangenheit haben?

unmittelbaren Nachbars, des Fibulotarsalis, erklärt sich daraus, dass der Urodelenfuss tibial eine Zehe mehr als der fünfzehige Säugerfuss, also einen Praehallux besitzt, dagegen fibular nur bis zum Homologon der 4. Zehe der Säuger reicht. Ich schliesse das nicht nur aus dem Verhalten der Muskulatur, sondern vor Allem aus der Innervation und aus der Zusammensetzung des Tarsalskelets und werde später noch einmal darauf zurückkommen.

Wir haben also an der kaudalen Extremität nur Homologa der radial zum Flexor metacarpi IV prof. long. gelegenen tiefen Palmares und würden eine glatte, schematische Einteilung in drei Schichten, die sich gleichmässig auf die langen Finger- und Zehenbeuger anwenden liesse, nicht zu Stande bringen. Vielmehr würde eine Tabelle auf morphologischer Grundlage etwa folgendermassen aussehen:

1. Schicht: Flexores longi superficiales:
Palmaris longus — Plantaris longus.

2. Schicht: Flexores longi medii:
Flexor digg. communis sublimis (ohne Schaltsehnen) = fehlt (als Varietät: Tibialis secundus, mancher Soleus accessorius).

3. Schicht: Flexores longi profundi:
a) Flexor digg. profundus + Flex. pollicis longus = Flexor digg. tibialis.
b) fehlt (als Varietät: Radiocubitocarpeus) = Flexor digg. fibularis + Quadratus plantae.

Dann würde sich die modifizirte Einteilung für die kurzen Finger- und Zehenbeuger so gestalten:

1. Schicht: Flexores breves superficiales:
a) Distale Bäuche eines Flex. digg. sublimis mit Schaltsehnen, Rudimente an der Palmarfaszie etc., ganz bei Hyrax, Paradoxurus (v. Bardeleben) und Ornithorhynchus = Flexor brevis digg. pedis (perforatus);
b) Lumbricales.

2. Schicht: Flexores breves medii:
Adductores s. Contrahentes digitorum.

3. Schicht: Flexores breves profundi + Abductores:
Interossei externi et interni.

Ueber die Adductores und Interossei ist hier nicht viel zu sagen nötig, denn ein spezielles Eingehen würde uns viel zu weit führen; ausserdem sind die Resultate der morphologischen Arbeiten von Ruge, Cunningham und Brooks über die kurzen Muskeln der Vola und Planta der Säuger bekannt und die Folgerungen daraus vorläufig vollkommen ausreichend. Wir werden ja auch in nächster Zeit v. Bardelebens Forschungsergebnisse vornehmlich über die marginale Muskulatur bei Säugern erwarten können. Eigne, bereits vor Jahren begonnene Untersuchungen an niedern Wirbeltieren sind bei der Schwierigkeit und Langwierigkeit der Präparation noch nicht weit genug gediehen, um schon jetzt ausgiebig verwertbar zu sein. Es handelt sich bei beiden Gruppen um imitatorisch homologe Bildungen im Einzelnen, die aber dann an beiden Extremitäten in analoger Weise angeordnet sind. Das fällt besonders bei den Abductores der Urodelen, den einzigen „Interossei", in die Augen: sie ziehen die Finger gegen den Quintus, die Zehen gegen den Minimus, und dazu findet sich sowol an der Hand wie am Fusse ein Abductor dig. quinti, dagegen kein Abductor brevis pollicis bezw. hallucis. Eine neue Untersuchung wird daher ihr Hauptaugenmerk darauf zu richten haben, die Herkunft dieser bei Säugern gut ausgebildeten Muskulatur festzustellen. Auch für Kleinfinger und Kleinzehe wird die Zusammensetzung der Ballenmuskeln noch einmal genauer zu kontroliren sein hinsichtlich der Beteiligung der drei kurzen Flexorenschichten.

Dass zwischen den langen wie kurzen Finger- und Zehenbeugern, abgesehen von dem beim Menschen nicht mehr dazu zählenden Palmaris long. und Plantaris, selbst nicht von inkompleten, sondern nur von imitatorischen Homologien gesprochen werden kann, erhellt aus der Innervation. Denn bei antitroper Vergleichung der Versorgung der langen Fingerbeuger aus C_7—D_1 und der langen Zehenbeuger aus L_5—S_2 weichen die Nerven nach den entgegengesetzten Enden der gegenüberstehenden Reihen auseinander, was noch mehr hervortritt an den Interossei, die an der Hand aus $C_8 D_1$, am Fusse aus $S_1 S_2$ versorgt werden. Der höchst auffallende Befund Herringhams, wonach die oberflächlichen Thenarmuskeln unter 11 Fällen acht Mal von C_6, drei Mal von $C_6 C_7$ innervirt wurden, während die tiefen Thenarmuskeln wie die Interossei ihre Nerven aus $C_8 D_1$ bezogen, lässt sich

nur so verstehen, dass die oberflächliche Muskulatur des Daumenballens von ursprünglich am Radialrand der Hand vorhandenen Fingern — und da reicht ein Präpollex nicht hin — abstammt. Denn am ganzen Vorderarm gibt C_6 sonst nur Fasern an den Pronator teres und Radialis internus. Das stimmt also wieder mit der schon öfter ausgesprochenen Annahme überein, dass radiale Finger, und zwar mindestens zwei, geschwunden sind.

Alles zusammengenommen aber ersehen wir aus der Anordnung der tiefen Beugermuskeln an Vorderarm und Unterschenkel im Primitivzustande und aus deren Innervation nach einer durch tiefgreifende funktionelle Anpassung gewonnenen Um- und Ausgestaltung, dass die distalen und terminalen Abschnitte an beiden Extremitäten in analoger Weise kaudalwärts verschoben sind, d. h. bei ihrer Entwicklung wesentlich das am Kaudalrand der Extremitätenanlage vorhandene Metamerenmaterial zu ihrem Aufbau benützt haben.

Das würde selbst auf den Pronator quadratus Anwendung finden, wenn sein Homologon am Unterschenkel, der Interosseus cruris, beim Menschen noch vorhanden wäre, und wir sehen unsre Vermutung bestätigt, wenn wir den M. peroneotibialis (Gruber), der vom N. popliteus versorgt wird, als Rest eines Interosseus betrachten. — Der sog. Pronator pedis s. Peroneo-calcaneus internus, der von der Fibula unter dem Flexor hallucis long. entspringt und sich an der medialen Seite des Calcaneus inserirt, soll nach Meckel dem Pronator quadratus des Vorderarms homolog sein. Ich glaube eher, dass der Muskel genetisch mit dem Tibialis posticus zusammen gehört bezw. vom Fibulotarsalis der Urodelen abzuleiten ist und etwa dessen distaler, durch den Druck der darüber liegenden langen Flexores digg. abgesprengter Randportion entspricht. —

b. Dorsale Muskulatur.

Ueber die Extensorengruppe an Unterschenkel und Fuss der Säugetiere verdanken wir Ruge wertvolle Untersuchungen, und Brooks unternahm eine Vergleichung der dorsalen Muskulatur der mittlen und Endabschnitte beider Extremitäten von den Amphibien an aufwärts.[1])

[1]) Von dieser Abhandlung war mir leider nur der I. Teil, worin Hatteria, Menobranchus, Ornithorhynchus und Mensch bearbeitet sind, zugänglich.

Während jene Arbeit zu allgemeiner Kenntnis gelangt ist, scheint es bei dieser nicht so der Fall zu sein; wir werden deshalb etwas mehr darauf einzugehen haben. BROOKS wählte als Vertreter der Amphibien Menobranchus, und dies mag entschuldigen, dass ich hier in Kürze auch auf meine Präparationen an dem zwar immer noch recht primitiven, aber doch augenscheinlich in vielen Beziehungen weiter differenzirten Menopoma und an Salamandra Bezug nehme.

Auf dem Dorsum antebrachii der Urodelen liegt oberflächlich ähnlich wie an der Volarseite des Palmaris superficialis ein starker Extensor digg. communis longus. Er entspringt flachsehnig am Epicondylus lat. hum., ist noch über dem Karpus fleischig und teilt sich nun nach BROOKS bei Menobranchus in vier Bündel, von denen die 3 radialen sich der Reihe nach an die Bases der Metacarpalia II und III, III und IV, IV und V inseriren, indes das vierte seine Sehne an die Phalangen des fünften Fingers schickt. Bei Menopoma endet die geschlossene Muskelmasse an einem starken, schrägen Sehnenwulst über den Bases der Metakarpalien, von dem aus 4 platte Sehnen auf die 4 Finger verlaufen, ausserdem aber kurze Faserzüge sich seitlich auf die Bases der Metakarpalien, auch der marginalen, heften (vergl. Taf. XII, Figg. 20—22). Bei Salamandra spaltet sich der Muskel über dem Karpus in drei Bündel, die je eine lange Sehne für die Endphalangen der drei ulnaren Finger bilden, daneben aber noch jederseits (an Dig. V nur radial) Sehnenzipfel zu den zugehörigen Metakarpalbasen schicken. — Ulnar schliesst sich dem vorigen bei Menobranchus im Ursprung ein Muskel an, dessen Insertion den ganzen Medialrand der Ulna einnimmt, aber den Karpus nicht erreicht; es ist also nur ein Extensor antebrachii ulnaris. Bei Menopoma kommt ein ebenfalls einheitlicher Muskel vom distalen Ende des Epicondyl. lateralis hum., setzt sich an die distalen zwei Drittel der Ulna, schickt aber auch ein nur künstlich isolirbares Bündel an das Ulnare, ist somit ein Extensor antebrachii et carpi ulnaris. Salamandra zeigt eine deutliche Trennung der ulnaren und karpalen Portion, obgleich beide am Ursprung noch vereinigt sind: der Extensor carpi ulnaris setzt sich mit breiter Sehne an Dorsalfläche und Ulnarrand des Ulnare, der Extensor antebrachii ulnaris dagegen an die proximalen zwei Drittel der Ulna. — Radial besitzt Menobranchus nur eine unsegmen-

tirte Muskelmasse, die vom Epicondylus und Angulus lat. hum. entspringt und sich an Dorsalfläche und Lateralrand des Radius, ausserdem mit starkem Zipfel an die Radialseite des Karpus inserirt. Bei Menopoma lässt sich aus dieser Masse ein Extensor carpi radialis leicht ablösen, dessen Ursprung teilweise von dem des Extensor digg. longus bedeckt und mit ihm verwachsen ist; die Insertion erfolgt breit an die Dorsalfläche des Radiale. Der Muskel ist bei Salamandra ganz von der tiefern Schicht abgehoben und schliesst sich enger an den Extensor digg. longus an; die karpale Endsehne greift noch etwas auf das Intermedium über. — Der Rest der radialen Muskulatur schiebt bei Menopoma seinen Ursprung in der Tiefe noch unter dem Ursprung des Extensor antebrachii ulnaris distalwärts und bildet einen breiten Extensor antebrachii radialis, dessen Insertion das distale Viertel und den distalen Rand des Radius einnimmt. Bei Salamandra wird er deutlich durch den N. radialis in eine grössere, oberflächliche Portion, die sich an die distalen drei Fünftel des Radius und breit an die karpalen Enden von Radius und Ulna ansetzt (Extensor antebrachii radialis maior), und eine kleine tiefe Portion gesondert, die am Humerus am weitesten proximalwärts greift und sich an das zweite Viertel des Radius und mit etlichen Fasern in die ventrale Vorderarmfaszie inserirt (Extens. antebr. radialis minor).

Die tiefen oder kurzen Streckmuskeln der Finger liegen alle auf dem Handrücken. Brooks beschreibt bei Menobranchus nur eine Schicht, bestehend aus dem Extensor oss. metacarpi pollicis und dem Extensor digg. brevis, deren erster vom distalen Ende der Ulna und vom Karpus entspringt und sich radial an die Basis des Metacarpale II und den benachbarten Karpusrand ansetzt, während der andre in Gestalt von drei kleinen Bündeln von der distalen Reihe der Karpalien und vom Dorsum der Metacarpalia II—IV kommt und seine Sehnen an Digg. II—IV schickt. Menopoma und Salamandra zeigen zwei Muskelschichten übereinander; bei jenem besteht die oberflächliche Schicht aus einer stärker herausgehobenen radialen und einer ulnaren Portion. Die radiale Portion tritt zwischen der Insertion des Extensor carpi radialis und dem Extensor digg. longus an die Oberfläche und ist wieder unvollkommen trennbar in zwei Abschnitte, die aber gemeinsam vom Distalende der Ulna und etwas vom Intermedium ent-

springen: ein Abductor metacarpi II geht fast ausschliesslich radial an die Basis des zweiten Mittelhandknochens, ein Extensor dig. II brevis superficialis setzt sich noch dorsal an die Basis des Metacarpale II, hauptsächlich aber an die Volarfläche der Strecksehne für Dig. II. Die ulnare Portion schliesst sich der radialen eng an, entspringt vom Intermedium und erscheint als wenig differenzirte Muskelplatte, deren fächerförmig divergirende Fasern am Ulnarrand am stärksten sind und sich volar an die Strecksehnen der Digg. III—V heften (Extensor brevis superficialis digg. III—V). — Darunter liegt ein Extensor brevis digg. II—IV profundus, der vom Distalrand des Centrale und noch etwas vom Carpale II entspringend, ebensowenig differenzirt wie der vorige sich an die Strecksehnenplatte gegen den 2.—4. Finger inserirt. Bei Salamandra sind beide Schichten in zierliche Muskelchen zerlegt: Am Extensor brevis superficialis ist der radiale Muskelbauch auch besonders kräftig entwickelt, kommt von der ganzen Dorsalfläche des Intermedium und setzt sich teils als Abductor an die radiale Ecke der Basis des Metacarpale II, teils als eigentlicher Strecker an die Phalanx des zweiten Fingers. Die drei ulnaren Bäuche entspringen ebenfalls vom Intermedium, distal zu dem typischen, perforirenden Blutgefäss, und verschmelzen ihre schlanken Sehnen mit denen des langen Streckers. — Die Extensores breves profundi sind sehr klein und nehmen ihren Ursprung vom Distalrand des Centrale und noch etwas vom Carpale IV; der schwächste, radiale Bauch schliesst sich der Sehne des Extensor brev. dig. II superficialis an, die beiden andern vereinigen sich mit den Sehnen der andern Extensoren an Digg. III und IV, spalten aber vorher noch minimale Sehnenbündelchen an die betreffenden Metakarpalien und die Bases der Grundphalangen ab.

Der Extensor brevis profundus bei Menopoma und Salamandra ist zweifellos die gleiche Bildung wie die von Brooks als „metakarpale Köpfe des Extens. brev. digg.“ bezeichnete tiefste Muskelschicht bei Hatteria. Ich sehe aber von einer Betrachtung der Verhältnisse bei diesem Reptil ab, möchte es auch nicht als Paradigma an die Spitze einer vergleichenden Untersuchung stellen, so interessant es sonst für den Morphologen ist, denn es gehört eben als Reptil einer Entwicklungsreihe an, die sich von den Säugern entfernt. Die uro-

delen Amphibien sind uns da als Ausgangspunkt entschieden wertvoller.

Betrachten wir zunächst die Unterschiede in der Entwicklung der Extensoren der geschilderten Formen, so fällt besonders auf, dass bei Menobranchus der lange Fingerstrecker nur an den fünften Finger eine Sehne schickt, bei Salamandra dagegen an Digg. III—V, bei Menopoma an alle 4 Finger. Der Ausfall der Sehne an den zweiten Finger bei Salamandra erklärt sich wol am einfachsten daraus, dass dieser Finger nur e i n e Phalanx besitzt. Im Uebrigen zeigt Salamandra die höchste Differenzirung, und bei allen ist der radiale Rand des Vorderarms und der Hand, wie an der volaren Seite, hinsichtlich der Kräftigkeit der Muskulirung bevorzugt. Trotz der starken Breitenentwicklung der langen radialen Randmuskulatur unter den Extensor digg. comm. longus erhält man doch den Eindruck, dass es sich hier um eine ursprünglich einheitliche oberflächliche Muskelschicht handelt, die sich am Vorderarm an Ulnar- und Radialrand, an der Hand ebenso an die Ränder und distal an die Finger heftete, eine Konfiguration, die erst unter dem Druck einer differenten funktionellen Verwertung der beiden Ränder sich abänderte. Für die Annahme eines Verlustes von etwa früher vorhandenen Fingern finden wir in dieser Schicht keinen Anhalt. Was dagegen die beiden kurzen Extensorenschichten anlangt, so kann das Vorhandensein des Abductorbündels an dem radialen Muskel der oberflächlichen Lage als ein Hinweis auf den Ausfall eines 1. Fingers aufgefasst werden, dagegen fehlt ulnar jede Andeutung von einem Postminimus.

Ein Vergleich der primitiven Verhältnisse bei den Urodelen mit denen bei den Säugern und beim Menschen bietet keine besondern Schwierigkeiten. Der E x t e n s o r d i g g. c o m m u n. l o n g u s besitzt bei Ornithorhynchus und unter den Beutlern bei Phascolaretos (Young) noch eine Insertion an der Nagelphalanx des Pollex, die gelegentlich auch beim Menschen (Gruber, R. du Bois Reymond) wieder erscheint, hat aber bereits bei den Monotremen seine Beziehungen zu den Metakarpalien aufgegeben. Dafür schiebt der E x t e n s o r c a r p i r a d i a l i s seine Insertion weiter distal- und zugleich ulnarwärts. Bei Ornithorhynchus ist nach Brooks ein Extensor carpi radialis brevis an die Metacarpalia II—IV geheftet, ein Extensor c. radialis longus geht an

Metacarpale I und die dorsalen Ligamente des Karpus. Nach meinen Befunden muss ich jedoch diese beiden Muskeln anders deuten, und zwar stehe ich dabei in Einklang mit Coues. Brooks' Extensor c. rad. brevis, ein kräftiger Muskel, entspringt oberflächlich vom Condylus und Angulus lateralis hum. und schickt seine kräftige Sehne abgeplattet hauptsächlich an die Basis des Metacarpale III, daneben aber auch noch an II und IV. Er ist der einzige Extensor carpi radialis und begreift die Radiales externi longus und brevis der höhern Säuger und des Menschen in sich. Brooks Extens. c. rad. longus dagegen ist nichts weiter als der Brachioradialis; er ist kürzer und viel schwächer als der vorige und wird von ihm zum grössten Teile überlagert, entspringt von der Ventralfläche des Condyl. lat. hum. und geht unter dem Abductor pollicis longus weg durch ein besondres Fach des Lig. carpi dorsale mit seiner dünnen Sehne an eine Querleiste auf dem Dorsum des Naviculare carpi. Normal besitzen die Primaten nur ein Homologon des Extensor carpi radialis der Monotremen, in zwei Bäuche zerlegt. Doch treffen wir Hinweise auf deren ursprüngliche Einheit in der gelegentlich beobachteten völligen Vereinigung beider und in dem häufigen Auftreten konjungirender Bündel. Daneben aber tritt ein echter Radialis externus an das erste Metakarpale beim Menschen als Varietät auf, unter dem Namen eines Radialis accessorius (Wood) längst bekannt. Sein Ursprung liegt stets oberflächlich zu dem des Radialis ext. longus. Die relative Seltenheit des Vorkommens und die grossen Schwankungen in der Insertion des Extens. c. radialis accessorius lassen den Schluss zu, dass am Radialrand der Hand Elemente geschwunden sind. Eine teilweise Verschmelzung des normalen Extensor c. radialis longus mit dem Brachioradialis rekapitulirt die primitive Einheit der radialen Randmuskulatur des Vorderarms, wie wir sie bei Menobranchus noch bestehen sehen. — Wie der Radialis externus ist auch der Ulnaris externus weiter auf den Handrücken herabgestiegen und kann nun leicht durch Vermittlung der Faszie Beziehungen zum vierten Metakarpale und zur Extensorsehne des 5. Fingers erlangen. Bei Ornithorhynchus setzt sich die Sehne nach Coues ausgebreitet an die Basis des Metacarpale V, an meinem Exemplar erstreckt sich ein kräftiger, platter Sehnenzipfel von der Mitte des Metakarpale bis in die Kapsel

des Metakarpophalangealgelenks, indes die Hauptsehne sich in die Dorsalaponeurose des 5. Fingers begibt, nach BROOKS spaltet sich die Sehne in zwei Portionen, von denen die oberflächliche sich der langen und kurzen Strecksehne des Fingers anschliesst, die tiefe nach Aufnahme eines Sehnenbündels aus dem Abductor dig. V an der Basis der Grundphalange endet. Diese verschiedenen Insertionen lassen sich wol im Sinne einer progressiven Entwicklung deuten. Doch dürften wir dabei vielleicht mit dem gleichen Recht von einem Atavismus reden insofern, als bei der ursprünglichen, gemeinsamen Anlage der oberflächlichen Schicht sich Bündel aus der Portion des Extensor digg. der daranstossenden Portion des Extensor c. ulnaris angegliedert haben könnten. GRUBERS Ulnaris externus brevis ist ebenfalls keine atavistische Bildung, sondern auf eine einfache Abspaltung eines distalen Bündels des normalen Ulnaris externus zurückzuführen. Ich fand diesen Muskel in sehr reduzirtem Zustande als Spanner der Synovialscheide des Ulnaris ext. am rechten Arm eines Gorilla. Verschmelzung des Ulnaris ext. mit dem Anconaeus IV erinnert an die Verhältnisse bei Menopoma. — Die tiefere Portion der radialen Randmuskeln, der Extensor antebrachii radialis der Urodelen, ist in dem Brachioradialis und Supinator (brevis) der Säuger wieder zu erkennen. Freilich hat der Brachioradialis seine Insertion an dem distalen Ende der Vorderarmknochen stark radialwärts verschieben müssen auf Grund der mächtigen Entfaltung der kurzen Strecker, sodass er jetzt als am weitesten radial gelegener Muskel erscheint; die oberflächliche Lage erlangte er, indem sein Ursprung aus funktionellem Bedürfnis und gedrängt durch den Ursprung der Radiales externi etwas weiter proximalwärts rückte. Bei Ornithorhynchus liegt er, wie wir eben sahen, noch in der Tiefe, unmittelbar dem Supinator angeschlossen, der noch keinen Ursprung von der Ulna besitzt. Bei Salamandra tritt uns das erste Stadium der Abspaltung eines Supinator brevis von der radialen Muskelmasse entgegen, und zwar wesentlich veranlasst durch den tiefen Ast des N. radialis. Bei den höhern Säugern ist der Ursprung dieses Muskels weiter herabgeschoben, wol aus rein funktionellen Gründen, aber hin und wieder taucht noch ein accessorisches Verstärkungsbündel vom Epicondyl. lateralis auf. Eine für die ursprüngliche Zusammengehörigkeit des Brachioradialis und Supinator interessante Beobachtung machte

ich im Februar 1893: vom ventralen Rande des Brachioradialis löste sich in der Höhe des Kubitalgelenks ein kräftiges, plattes Bündel ab, warf sich über den oberflächlichen Ast des N. radialis und inserirte sich mit flacher Sehne mit dem Supinator und in der Richtung seiner Fasern an den Radius distal zur Tuberositas. Dies accessorische Bündel zählt mit den verschiedenen Formen von Brachioradialis brevis s. accessorius (Gruber), die ihre Insertion über die ganze Länge des Radius verschieben können, in eine Kategorie.

Den Extensor dig. V proprius halte ich mit Brooks nicht für eine abgetrennte Portion des Extensor digg. commun. long., sondern rechne ihn zu der Schicht des ursprünglichen Extensor brevis digg. superficialis, die ihre Ursprünge auf den Vorderarm und, soweit da nicht Platz vorhanden, bis auf den Epicondyl. lateral hum. verschob. Die Serie erscheint gewöhnlich lückenhaft durch das Fehlen der Extensores proprii digg. III und IV. Doch wird gelegentlich ein Extensor digg. III gefunden, der sich im Ursprung von der Ulna unmittelbar dem Extensor indicis propr. anschliesst, und anderseits ist ein Extensor dig. IV öfter zu beobachten, der mehr oder weniger vollkommen vom Extensor V propr. getrennt noch vom Epicondylus lat. hum. oder ulnar neben dem Extensor pollicis long. und Extens. indicis propr. von der Ulna (Curnow) entspringt. „Es scheint," sagt Brooks, „dass diese 4 Muskeln (Abductor long., Extensor long. pollicis, Extensores propr. digg. II und III) vom Karpus auf den Vorderarm emporgestiegen sind, und zwar der am meisten radial gelegene (Abductor long. poll.) zuerst, die andern in radio-ulnarer Reihenfolge. Es ist nun wahrscheinlich, dass die Portionen des Extensor brevis am 4. und 5. Finger, sobald für sie die Zeit zum Aufrücken gekommen ist und sie den verfügbaren Raum am Vorderarme bereits von den andern Muskeln besetzt finden, auf der Faszie der letztern proximalwärts greifen und sich eine Knochenanheftung am Condyl. lat. humeri suchen. Hier werden sie durch den Druck der darüberliegenden Extensores digg. comm. et carpi ulnaris gezwungen, zwischen diesen beiden Muskeln an die Oberfläche zu rücken, und werden so zum Extens. dig. V propr. der menschlichen Anatomie, einem Muskel, der gelegentlich beim Menschen und normal bei vielen Säugern zwei Sehnen, für vierten und fünften Finger, abgibt." Brooks weist noch dabei auf die bekannte Thatsache hin, dass in solchen

Fällen die Sehne für den vierten Finger unter den Sehnen des Extensor digg. comm. long. weggeht und dadurch noch die primitiven Lageverhältnisse andeutet. — Ornithorhynchus besitzt noch die volle Serie der Extensores digg. breves superficiales. Für 4. und 5. Finger besteht ein kleiner, gemeinsamer Muskelbauch, der bedeckt vom Ulnaris ext. von der Spitze des Epicondylus lat. hum. kommt. Eine sehr viel stärkere Muskelmasse für Digg. I—III hat sich unter diesem Extensor propr. digg. IV et V weg ulnarwärts, zwischen Ulnaris externus und Anconaeus IV an die Oberfläche geschoben.

Aus der Schicht der ehemaligen oberflächlichen, kurzen Extensoren bietet der Abductor pollicis longus noch besonderes Interesse durch seine Insertionsvariationen, die mehr wie bei einem andern Glied der dorsalen Muskulatur auf den Verlust radialer Finger hindeuten. Dass der stets mit diesem Muskel mehr oder weniger vereinigte Extensor pollicis brevis nichts als eine von ihm abgespaltene Portion darstellt und jedenfalls nicht mit einer tiefsten und kürzesten Extensorenschicht in Zusammenhang zu bringen ist, erhellt einmal aus seiner Lage im Niveau des Extensor pollicis longus etc. und noch mehr aus den Bildern, die uns z. B. die Anthropoiden zeigen, wo der Extensor brevis poll. nur in Gestalt eines dünnen Sehnenbündels von der starken Abductorsehne kurz vor deren Insertion abgegeben wird (vergl. Taf. XI, Fig. 4). Der Ansatz des Abductor am Metacarpale I und noch mehr der am Trapezium, an der Thenarfaszie über oder unter dem Abductor pollicis brevis u. s. w. ist augenscheinlich erst sekundär erworben, nachdem der oder die zugehörigen Finger geschwunden waren. Mit den sich metakarpal inserirenden Radiales externi hat er nichts gemein, das beweist der gelegentlich auftretende Radialis externus I s. accessorius, der wol nur deshalb verloren gegangen ist, weil die wegen ihrer schrägen Zugrichtung viel kräftiger wirkende Muskelmasse des Abductor pollicis longus ihn vollauf ersetzte. Beim Gorilla, der noch das „radiale Sesambein des Karpus", das Praepollexrudiment nach v. Bardeleben besitzt, finde ich zwei starke, durch ein fibröses Septum getrennte Muskeln: einer entspringt vom mittlen Drittel des Radius, etwas vom Lig. interosseum und von dem erwähnten Septum und setzt sich mit kräftiger Sehne an den Praepollexknorpel und die Kapsel des ersten Karpometakarpalgelenks; der andre kommt vom mittlen

Drittel der Membrana interossea, von dem Septum, der angrenzenden Partie der Ulna und der Deckfaszie und geht hauptsächlich radial an die Basis des 1. Metakarpale, schickt aber noch einen dünnen Sehnenzipfel an die 1. Phalanx des Daumens und vorher eine minimale Portion an das Karpometakarpalgelenk. Ich deute von diesen beiden Muskeln den letztern als Rest eines ehemaligen Extensor brevis superficialis digiti 0 nach v. Bardelebens Bezeichnung, den erstern als Extensor brev. superfic. dig. 00. — Eine Eigentümlichkeit im Ursprung des Abductor pollicis longus mag hier noch erwähnt werden, über die ich bei Krause und Testut keine Mitteilung finde, und die vielleicht zu dem Schlusse verleiten könnte, der Radialis externus accessorius sei unter Verschiebung seines Fleischbauches in den Abductor poll. long. aufgegangen. Im Januar 1891 traf ich an einem rechten Vorderarm einen Abductor poll. long., der zum Teil von einem Sehnenbogen in der Faszie über den Sehnen der Radiales externi, zum Teil von der Sehne des Brachioradialis entsprang und eine Sehne an die Thenarfaszie und die Kapsel des 1. Karpometakarpalgelenks, eine zweite an die Basis des 1. Metakarpale sandte. Das Präparat zeigte noch eine Verdopplung des Radialis ext. long., doch setzte sich die Sehne des überzähligen Bauches an Metacarpale III. Kurz vorher war nun ein Fall zur Beobachtung gekommen, bei dem eine gleiche Verbreiterung des Abductorursprungs mit Hilfe eines faszialen Sehnenbogens vorhanden war, aber dieser Sehnenbogen heftete sich nicht an die Sehne des Brachioradialis, sondern an die eines wolausgebildeten Radialis ext. accessorius, der den Ursprung des Radialis ext. longus am Humerus distal überlagerte und sich unter Benutzung eines besondern, radial zu dem für die Abductorsehne gelegenen Synovialfaches im Lig. carpi dorsale an die Thenarfaszie und die Sehnenscheide des Abductor long. begab. Wir können nach diesen beiden Fällen wol einen Uebergang des Radialis ext. accessorius in den Abductor poll. longus ausschliessen und annehmen, dass jener normalerweise vollständig schwindet.

Die Extensores breves profundi hat Brooks richtig in dem als Varietät beim Menschen und bei den Anthropoiden auftretenden Extensor digg. manus brevis erkannt. Am häufigsten erscheint dieser Muskel nur als Bündel an dem dritten oder an dem 2. und 3. Finger, doch fand ihn Macalister auch für den 2. — 4. Finger ausgebildet.

Der Ursprung bleibt fast immer auf dem Handrücken und zeigt kaum eine Tendenz nach dem Vorderarm aufzusteigen; dagegen ist er nicht selten vom Karpus distalwärts auf die Metakarpalien verschoben. Dass die Muskelbäuche im letztern Falle nichts mit den Interossei dorsales gemein haben, beweist die Versorgung durch den N. radialis. — Bei Ornithorhynchus tritt an die Sehne des Abductor pollicis longus ulnar ein kräftiges, sehniges Bündel, das seinen Ursprung von der Dorsalfläche des Triquetrum nimmt und unter allen Extensorensehnen, aber über die Sehne des Brachioradialis hinweg radialwärts läuft. Ich kann Brooks nur beipflichten, wenn er in diesem eigentümlichen Bündel einen Rest des tiefen kurzen Fingerstreckers erblickt. —

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung der Verhältnisse an der Beckengliedmasse. Bei Menobranchus entspringt der Extensor digg. communis longus nach Brooks vom distalen Ende des Femur, unmittelbar über der Furche zwischen beiden Kondylen, und steht ausserdem mittelst einer breiten Sehne in direkter Verbindung mit dem kaudalen, oberflächlichen Extensor cruris [1]); er endet in drei Bündeln an den Bases der Metatarsalia II und III, bezw. III und IV, IV und V. Tibial kommt ein Tibialis anticus fleischig vom distalen Femurende, zum Teil vom vorigen bedeckt; er steht proximal noch durch eine Aponeurose mit einem Oberschenkelmuskel in Zusammenhang [2]). Seine Insertion erfolgt an die ganze Länge der Tibia und nur durch ein kleines Bündel an den Tarsus. Fibular entspringt ein Peroneus vom Condylus lateralis fem., setzt sich lateral an die ganze Länge der Fibula und mit einem besondern Fleischbündel an den Fibularrand des Tarsus. — Gegenüber diesen einfachen Verhältnissen zeigt Menopoma eine hohe Differenzirung der oberflächlichen Unterschenkelmuskulatur. Der Extensor digg. comm. longus kommt sehnig von dem breiten Condyl. lateralis fem., verbreitert sich distalwärts stark und bildet über den Bases der Metatarsalien eine Sehnenplatte, die von ihrem Distalrande 5 abgeflachte Sehnen an die Endphalangen der 5 Zehen schickt,

---

[1]) Der Abbildung nach ist es der Rectus femoris (der Glut. maximus Mivarts).

[2]) Rector femoris nach Mivart, Sartorius nach meiner Ansicht.

sich aber durch kurze Sehnenbündel noch tibial und fibular an die Bases aller Metatarsalien setzt. Von dem gemeinsamen Muskelbauche lösen sich unter dem Fibularrande noch vor der Sehnenbildung zwei platte Fleischzacken ab, die sich an den Lateralrand des Fibulare bezw. des Tarsale V, zum Teil auch an die Faszie des Abductor dig. V inseriren. Von einem Zusammenhang mit der Oberschenkelmuskulatur ist weder bei diesem noch bei einem andern Muskel dieser Gruppe etwas zu bemerken; der Rectus fem. strahlt zum grössten Teile in die Unterschenkelfaszie aus, der Sartorius auch etwas, aber beide bilden gut differenzirte Insertionssehnen, von denen die des Rectus an das distale Ende der Tibia und an die Dorsalfläche des Tibiale, die des Sartorius an den Proximalrand der Tibia medial-dorsal gelangt. — Unter dem Tibialrand des Extensor digg. comm. tritt im distalen Drittel des Unterschenkels ein Extensor tarsi tibialis longus hervor, der am Ursprung mit der Unterfläche des Extensor digg. comm. verwachsen ist und fleischig am Tibialrand des Tarsale I sich anheftet, durch die starke tibiale Portion des Extensor digg. brevis von dem Rand des Extensor digg. comm. long. geschieden. — Durch die lange Insertionssehne des Rectus femoris wird von dem Vorigen der Extensor tarsi tibialis brevis getrennt. Dieser entspringt mit ganz flacher Sehne zusammen mit dem nächsten und tibial dem Extensor digg. comm. angeschlossen, vom Condyl. lat. fem. und inserirt sich an den Medialrand des Tibiale. Er überlagert zum Teil einen Femoro-tibialis superficialis, einen relativ mächtigen Muskel, der sehnig vom Condyl. lat. fem. und noch fleischig von der Unterfläche der Ursprungssehnen der vorigen kommt und sich an Dorsalfläche und Medialrand der Tibia in den distalen drei Vierteln bis zur Epiphysengrenze ansetzt. Unter ihm steckt noch ein kleiner Femorotibialis profundus; er inserirt sich an die proximale Hälfte der dorsalen Tibiakante, ist aber vielleicht nur ein Bündel vom vorhergehenden. — Fibular tritt unter dem Extensor digg. comm. long. noch ein Femorofibularis brevis teilweise an die Oberfläche; er schliesst sich Jenem im Ursprung vom Femur an und nimmt mit seiner Insertion die distale Hälfte der Fibula ein (vergl. Taf. XII, Figg. 23—25).

Von kurzen Streckern findet Brooks bei Menobranchus auf dem Fussrücken nur eine Schicht. Ein Extensor metatarsi hallucis

entspringt mit wenigen Fasern vom distalen Ende der Fibula, in der Hauptsache aber vom Tarsus und setzt sich tibial an die Basis des Metatarsale II. Der Extensor brevis digitorum besteht aus vier Bäuchen, die vom Tarsus und dem Dorsum der Metatarsalien kommen und sich an die Phalangen der 4 Zehen inseriren. — Bei Menopoma lassen sich ohne Künstelei drei Schichten deutlich trennen. Der Extensor digg. brevis superficialis erscheint als breite, dünne Muskelplatte, die nur am Tibialrand eine kräftigere und bestimmtere Ausbildung gewonnen hat. Diese Randportion entspringt vom distalen Ende der Fibula und vom Intermedium und geht tibial an die Basis des Metarsale I, ausserdem aber mit ganz schmaler Sehne an die gemeinsame Strecksehnenplatte und tibial an die lange Sehne zur ersten Zehe. Die übrigen Muskelfasern beginnen am Fibulare und noch etwas am Intermedium und heften sich an die Plantarfläche der Strecksehnenplatte bis zu der Sehne an Dig. V. Der Extensor digg. brevis medius zeigt enger aneinandergeschlossene Bündel als der vorige, nimmt seinen Ursprung vom proximalen Abschnitt des Centrale, zweigt ein Bündel an die tibiale Randportion des oberflächlichen kurzen Streckers ab und setzt sich im Uebrigen an die Strecksehnenplatte, reicht aber fibular nur bis gegen die Strecksehne an die 4. Zehe. Von der Dorsalfläche der Tarsalia I—IV erstreckt sich dann der Extensor digg. brevis profundus, ebenfalls als zusammenhangende Muskelschicht an die gemeinsame Strecksehnenplatte in deren ganzer Breite. —

Unter diesen kurzen Zehenstreckern findet sich endlich noch eine Anzahl minimaler Muskelbündel, die von den Tarsalia II und III an die Dorsalfläche der Bases der zugehörigen Metatarsalien gehen (Mm. tarsometatarsales dorsales).

Bei den Säugern hat sich die dorsale Unterschenkel- und Fussmuskulatur gegen die eben geschilderte primitive Anordnung bei den Amphibien in mancher Beziehung wesentlich verändert. Schon Ornithorhynchus bietet Abweichungen, auf die etwas näher einzugehen ist, zumal auch die Interpretation der thatsächlichen Befunde seitens der beiden letzten Beobachter Ruge und Brooks in einigen wichtigen Punkten divergirt. Die oberflächliche Muskulatur besteht tibial aus einem Doppelmuskel, dessen mediale Portion Ruge (ebenso wie Coues)

als Tibialis anticus bestimmt, indes er die laterale Extensor hallucis longus nennt; BROOKS dagegen will für beide Portionen nur die Bezeichnung Tibialis anticus gelten lassen. Der Muskel entspringt bei meinem Exemplar in seiner medialen Portion von dem proximalen Ende der Crista und von der Tuberositas tibiae, vom Lig. patellae, dem Lateralrand der Patella und von der medialen Hälfte eines starken Bandes zwischen Peronekranon und Patella, ausserdem mit einer tiefen Faserpartie von einer lateralen Vertiefung am Proximalende der Tibia, in seiner lateralen Portion von dem schaufelförmigen Peronekranon (nach COUES noch vom Caput tibiae lateral, nach RUGE noch etwas vom Körper der Fibula und von der Membrana interossea gemeinsam mit dem Extensor digg. comm. longus). BROOKS hat wie RUGE zwischen Fibular- und Patellarursprung etliche Faserzüge des Quadriceps cruris direkt in den Muskel übergehen gesehen; COUES berichtet nichts davon, und ich habe wol gefunden, dass der Vastus sich dicht neben und distal zu dem Patellarursprung der medialen Portion ansetzt, aber keinen Faserübergang feststellen können. Die tibiale Portion inserirt sich nach COUES an die Basis des ersten Metatarsale, nach RUGE an Naviculare und Entocuneiforme, nach BROOKS wie bei meinem Exemplar an die Dorsalfläche des Entocuneiforme. Die Sehne der fibularen Portion begibt sich nach COUES zur Nagelphalanx der ersten Zehe, nach RUGE mit der des Extensor digg. comm. longus auf den Fuss und zur 1. Zehe, bei BROOKS und mir verbindet sie sich mit der Sehne des Extensor digg. brevis an die erste Zehe, schickt aber bei mir noch einen kräftigen Zipfel tibial an die Basis des Metatarsale I. Die Innervation dieses Muskels wird merkwürdigerweise vom Plexus cruralis (anterior) besorgt. Der Nervenzweig tritt durch den Quadriceps über den Condylus lat. fem. herab, nach BROOKS in beide Portionen; nach RUGE beteiligt sich aber auch noch ein Zweig des N. peroneus an der Versorgung der lateralen Portion, und dieses ist auch bei meinem Exemplar der Fall. Da eine solche Innervation sonst bei Säugern nicht mehr vorkommt, folgert RUGE, dass der Tibialis anticus und der vom Cruralis versorgte Teil des Extensor hallucis long. von Ornithorhynchus kein Homologon bei den übrigen Säugern besitzen. Ich glaube, annehmen zu dürfen, dass der Autor diesen Standpunkt jetzt nicht mehr festhält. Denn es würde dazu erst nachzuweisen sein, dass ein Faser-

übergang aus einer Nervenbahn in eine andre nicht stattfinden könnte. Mit einer solchen haben wir es m. E. hier zu thun: die Fasern für den Tibialis anticus stammen zum Teil aus der letzten Wurzel des proximalen Abschnitts des Plexus lumbosacralis, dem N. furcalis, und es ist nicht schwer sich vorzustellen, dass beim Einwachsen der Beckenanlage in die Leibeswand in dem einen oder andern Falle Fasern, die sonst metazonal verlaufen, in den prozonalen Abschnitt hineingedrängt werden, wie wir es ja in viel höherm Grade an den Nerven für die Adductores und Rotatores fem. und auch sonst noch gesehen haben. Jedenfalls ist auch kein Grund vorhanden, diese Muskeln bei Ornithorhynchus als Teil der Extensorengruppe des Oberschenkels aufzufassen. Oder wir müssten ebenso den Anconaeus quartus zum Triceps brachii rechnen, weil er von dem Ast an den Anconaeus medialis mitinnervirt wird und seine Fasern gelegentlich in die des genannten Tricepskopfes hineinschiebt. Hier fragt es sich nun, verdient der von Ruge als Extensor hallucis longus bezeichnete Abschnitt diesen Namen oder nicht? Ruge selbst hat für alle übrigen Säuger von den Marsupialiern an aufwärts als Regel aufgestellt, dass der Verlauf des N. peroneus profundus das sicherste Kriterium für die Scheidung des Tibialis anticus vom Extensor hallucis longus abgäbe: der Nerv geht über den letztern weg und zwischen ihm und dem Tibialis anticus in die Tiefe. Die dadurch schon unter den aplazentalen Säugern entstehende grosse Differenz soll behoben werden durch die Annahme, dass der ursprünglich oberflächlich gelegene Extensor hallucis longus distal und lateral zum N. peroneus profundus gewandert sei. Ich kann einem solchen Erklärungsversuch nicht beistimmen, mich aber auch nicht bedingungslos Brooks anschliessen, der den tibialen Doppelmuskel des Ornithorhynchus einfach als einen Tibialis anticus betrachtet. Der laterale Teil des Muskels ist zweifellos ein Extensor hallucis longus, zumal der Extensor digg. commun. long. keine Sehne für die erste Zehe besitzt, hat aber mit dem gleichbenannten Muskel der übrigen Säuger und des Menschen nichts weiter gemein als die Insertion an der ersten Zehe, eine Beziehung, die direkt verglichen werden kann der Bildung eines Ulnaris externus dig. V an der Hand und teilweise der eines Peroneus dig. V am Fusse, worauf wir gleich noch zu sprechen kommen werden. Die Streckmuskulatur des Unterschenkels in ihrer oberflächlichen Lage ist

wie die des Vorderarms als ursprünglich einheitliches Stratum aufzufassen, das seine Angriffspunkte an den Zehen und beiderseits rückwärts d. h. proximalwärts an den Fuss- und Unterschenkelrändern suchte. Die Sonderung in einzle Muskeln, die bei den Urodelen schon ziemlich weit gediehen, nimmt mit der Spezialisirung der Leistungen zu, immer werden sich aber Anklänge an die primitiven Verhältnisse auffinden lassen. Es wird dann allerdings bei den langen Randmuskeln oft zweifelhaft bleiben, ob wir es mit einer atavistischen oder einer progressiven Bildung zu thun haben, wenn eine Verlängerung der Sehne gegen die Zehe vorhanden ist. Das erstere wird anzunehmen sein, sobald ein langer oberflächlicher Strecker der betreffenden Randzehe fehlt, das letztere lässt sich behaupten, wenn der lange oberflächliche Strecker neben der accessorischen Sehne des Randmuskels wolausgebildet besteht. Die Faszie des Fussrückens hat dann die Rolle der Vermittlerin gespielt. Doch ist auch da ein Rückschlag nicht auszuschliessen. Denn können wir auch nicht ohne Weiteres sagen, die tibialen und fibularen Randmuskeln waren ursprünglich Zehenstrecker, so standen sie doch ursprünglich in einem so innigen Zusammenhang mit dem langen oberflächlichen Strecker, dass kleine Abweichungen in der Einteilung der Masse begreiflich erscheinen. Brooks kommt zu einem ähnlichen Schema, nur war nach seiner Ansicht auch der Extensor digg. longus, der „intermediate sector“ der oberflächlichen Muskelgruppe, ursprünglich nur an den Metatarsalbases angeheftet und hat erst sekundär Beziehungen zu den Zehen erlangt. Auch bei einer solchen Auffassung sind die Zehensehnen der Randmuskeln in der eben angegebenen Weise abzuleiten. Und deshalb sehe ich mit Brooks am fibularen Rande des Unterschenkels bei Ornithorhynchus unter dem Peroneus longus einen Peroneus brevis mit einer Nebensehne an die fünfte Zehe und nicht, wie Ruge diesen Befund interpretirt, einen Extensor dig. V brevis, von dem sich der Peroneus brevis noch nicht abgespalten habe. Ruge konnte zu diesem Schlusse geführt werden, da sein Exemplar von Ornithorhynchus augenscheinlich vom Extensor digg. brevis nur 4 Sehnen an die erste bis vierte Zehe besass, während bei Brooks' und Coues' Exemplaren wie bei dem meinigen Sehnen des kurzen Streckers an alle 5 Zehen vorhanden waren und die Nebensehne des Peroneus brevis zusammen mit der Sehne des langen Streckers

über der des kurzen an die fünfte Zehe verlief[1]). Ruge geht aber überhaupt von der Ansicht aus, der Peroneus brevis entstehe durch Abspaltung vom Extensor brevis dig. V, der schon bei Ornithorhynchus ein autonomer Bestandteil des Unterschenkels sei. Auch hierin vermag ich dem Autor nicht zu folgen. Ich halte den Extensor brevis dig. V nicht für einen ursprünglichen Unterschenkelmuskel, noch weniger für einen primitiven Bestandteil der Peroneusgruppe, sondern zähle ihn mit Brooks zu den tiefen, ursprünglich auf dem Fussrücken gelegenen, erst sekundär auf den Unterschenkel gewanderten kurzen Streckern, während der Peroneus brevis von vornherein der oberflächlichen Extensorengruppe zugehörte. Bei Menopoma sind bereits die Peronei longus und brevis als abgezweigte Bündel des Extensor digg. comm. longus differenzirt, u. zwar ist augenscheinlich das Bündel an Tarsale V der Repräsentant des Peroneus brevis, das Bündel an dem Fibulare der des Peroneus longus. Beide liegen über dem N. peroneus, der sie gemeinsam mit den langen Zehenstreckern von der Unterfläche aus innervirt. Nachdem der Ursprung dieser ganzen Muskelgruppe vom Femur auf den Unterschenkel gerückt war, wanderte speziell der Ursprung des Peroneus brevis weiter distalwärts, mehr oder weniger vollständig über den N. peroneus weg, wofür wir genügenden Anhalt in Ruges Untersuchungen finden. —

Der Peroneus tertius, der nach Wood beim Menschen in ca. 10 % der Fälle, bei den Affen nach Testuts Zusammenstellung konstant fehlt, darf auf der einen Seite jedenfalls als atavistische Erscheinung aufgefasst werden, wenn man sich erinnert, dass bei den Urodelen sich der Extensor digg. comm. longus auf die Bases je zweier benachbarter, besonders aber auf die Bases der marginalen Metatarsalien festheftet. Wir hätten dann in dem Peroneus III das einzige Ueberbleibsel der ehemals allgemeinen metatarsalen Insertion unter Abtrennung der zugehörigen Fleischmasse vom gemeinsamen Extensorbauch. Dass der Muskel auf der andern Seite in seiner isolirten und kräftigen Ausbildung beim Menschen einen deutlich progressiven Cha-

---

[1]) Bei meinem Exemplar ging ausserdem von der plattenartig ausgebreiteten Sehne des kurzen Zehenstreckers über dem Tarsus ein kurzer, flacher Strang transversal tibialwärts und inserirte sich an die dorsale Leiste des Naviculare.

rakter zeigt und ganz augenscheinlich wesentlich ein Produkt der Anpassung an die aufrechte Körperhaltung darstellt, geht aus der manchmal auffallend breiten Insertion hervor. Ich habe mir einen solchen Fall notirt, in dem der beiderseits sehr starke Peroneus III mit fächerförmig angeordneten Sehnenbündeln sich an das Metatarsale V von der Tuberositas bis zum Capitulum, ferner in die Faszie des 4. Spatium intermetatarsale, fibular an die Kapsel des fünften Tarsometatarsalgelenks und in die Faszie des Abductor dig. V inserirte. Sehr instruktiv erscheint im Gegensatz dazu die Anatomie der entsprechenden Gegend an meinem Gorilla. Die Sehnen des Extensor digg. comm. longus waren an ihren Rändern fest mit dem tiefen Faszienblatt des Fussrückens verwachsen, besonders erstreckte sich eine kräftige, transversal gefaserte Platte von der Sehne an die fünfte Zehe gegen die Tuberositas metatarsi V hin. Während nun links zwar eine kleine Muskelportion am distalen Abschnitt des langen Extensor sich leicht (mit ihrem Nerven) ablösen liess, aber fleischig an der Unterfläche der fünften langen Strecksehne endete, spaltete sich rechts ein minimales Muskelchen ab, ging, fibular dem Bauch für die 5. Zehe angelagert, durch das Lig. cruciatum und schickte seine fadendünne Sehne durch die eben erwähnte Faszienplatte gegen die Mitte des Metatarsale V, liess sich aber bis in die Kapsel des Metatarsophalangealgelenks verfolgen. Diese Beobachtung erlangt meiner Ansicht nach besondre Bedeutung, da sie an einem Anthropoiden gemacht ist.

Mit dem Aufgeben des Ursprungs am Femur und mit dem Uebertritt auf den Unterschenkel verliert natürlich tibial wie fibular diejenige Portion der oberflächlichen Muskulatur, die wir bei Menopoma als Femorotibialis und Femorofibularis bezeichnet haben, ihre Bedeutung und verfällt dem Untergang. Dass aber noch Spuren davon wieder auftauchen können, lehrt die Mitteilung Blandins, wonach ein kleiner schlanker Muskel medial zum Tibialis anticus von der Tibia mit dünner Sehne entsprang und proximal vom Malleolus medialis an demselben Knochen sich ansetzte. —

Der Extensor digg. brevis zeigt bei den Säugern die verschiedensten Stadien der Ausbildung. Ruge vertritt die Ansicht, dass der Muskel ursprünglich mit allen Bäuchen auf dem Unterschenkel gelegen habe und allmälig auf den Fussrücken übergetreten sei. Für

diese Wanderung ist ein Stadium vorauszusetzen, wie es bei Ornithorhynchus noch vorhanden ist, wo alle Extensoren über die Vorderfläche der Unterschenkelknochen auf den Fuss verlaufen, ein Malleolus lateralis sich noch nicht entwickelt hat. Der letztere soll speziell für das Herabrücken des Extensor brevis dig. V ein mechanisches Hindernis darstellen. Bei den Monotremen entspringt der ganze Extensor digg. brevis vom Unterschenkel und schickt Sehnen an alle fünf Zehen (Coues, Brooks, ich), von den Marsupialiern haben Thylacinus (Cunningham), Didelphys und Dasyurus (Ruge, Mac Cormick) einen Extensor brevis für die 4 fibularen Zehen am Unterschenkel, Didelphys daneben einen Extensor hallucis brevis mit einem Bündel für Dig. II auf dem Fussrücken (Coues, Ruge), Cuscus (Cunningham) und Phascolarctus (Young) am Unterschenkel einen kurzen Strecker für Digg. IV und V, auf dem Fusse die Bäuche für Digg. II und III. Wie die beiden letztgenannten verhalten sich die Nager, Insektivoren und von den Prosimien Maki und Tarsius; bei Karnivoren, Affen und Mensch befindet sich nur noch der Extensor brevis dig. V am Unterschenkel; auch dieser endlich nimmt auf dem Fussrücken seinen Ursprung bei Loris gracilis. Diese Zusammenstellung, zum grossen Teil der Arbeit Ruges entlehnt, lehrt uns, dass der Extensor brev. dig. V entweder am hartnäckigsten an seinem Ursprung vom Unterschenkel festhält (Ruge) oder dass er von den Bäuchen des kurzen Zehenstreckers am frühesten nach dem Unterschenkel aufsteigt. Wir werden uns, ebenso wie Brooks, zunächst für die letztere Annahme entscheiden, wenn wir die entsprechende Urodelenmuskulatur ins Auge gefasst haben. Der Unterschied zwischen Menopoma und Ornithorhynchus ist allerdings ein ganz gewaltiger, aber das im Allgemeinen primitiver eingerichtete Amphibium dürfte wol auch hinsichtlich des kurzen Zehenstreckers die primitivere Anordnung zeigen, sodass wir also für die Säuger eine, verschiedenen Umfang erreichende Verschiebung dieser Muskelgruppe in proximaler Richtung voraussetzen müssten. In diese Verschiebung ist auch der kurze Strecker der ersten Zehe mit einbegriffen. Brooks sagt — und wir können uns ihm vorläufig anschliessen —: „Der Extensor proprius hallucis (beim Menschen) ist in zwei Teile zerlegt. Eine Portion hat ihren Ursprung höher auf den Unterschenkel ausgedehnt als bei Hatteria und ist zum Extensor hallucis longus geworden; die andre Portion ist

auf dem Fusse geblieben und wird repräsentirt durch den ersten Bauch des Extensor brevis digitorum".

Wir haben nun früher gesehen, dass ein wandernder Muskel, z. B. der Flexor brevis der Zehen bei der Wanderung auf den Unterschenkel seinen Nerven mitnimmt, können daher etwas ähnliches auch an dem kurzen Strecker erwarten und werden jedenfalls in dem Verlauf der Nerven einen Anhalt für die Beurteilung der gegenüberstehenden Ansichten finden. Bei Menobranchus gibt der N. peroneus nach Brooks Zweige an oberflächliche, lange und tiefe, kurze Extensoren; über den Verlauf wird genaueres nicht mitgeteilt. An meinem Exemplar von Menopoma sendet der Nerv, der um den Hals der Fibula unter dem Femorofibularis in den Zwischenknochenraum gelangt, nach Zuteilung der Zweige an die lange Muskulatur drei Zweige auf den Fussrücken; zwei davon ziehen über den Ursprung des Extensor brevis superficialis und senken sich in die Oberfläche des breiteren, fibularen Abschnitts, ein dritter geht tibial unter die starke tibiale Randportion des Muskels, versorgt diese am Rande, durchbohrt sie, innervirt den Extensor brevis medius und profundus und gelangt erst, nachdem er auch diese Muskelplatte durchbohrt hat, mit seinen Endzweigen an die Ränder der Zehen. Lassen wir nun den gesamten Extensor digg. brevis superficialis mit seinem Ursprung proximalwärts auf den Unterschenkel wandern, so werden die Nervenzweige für die Muskelbäuche an die 2.—5. Zehe so lange einfach in die Oberfläche der Muskeln eindringen, als deren Ursprünge sich distal zum Collum fibulae, also auch zu dem darum gelegten N. peroneus halten. Der Rest des Nerven wird sich über den Extensor brev. superficialis dig. I weg zu dessen medialem Rande wenden, nach dessen Innervation unter ihm weg im Zwischenknochenraum nach dem Fussrücken laufen und dort vom tibialen Rande her in und unter die Extensores breves medius und profundus dringen. Die Verhältnisse gestalten sich in gleicher Weise, ob wir nur den bereits von der Fibula entspringenden Teil oder die ganze Masse des oberflächlichen kurzen Streckers der ersten Zehe proximalwärts verschoben denken. Rückt jetzt die Portion für Dig. V noch weiter empor auf das Köpfchen der Fibula, so wird eine Anzahl von Nervenzweigen, besonders für die zunächst gelegenen Bäuche des Extensor brevis superficialis, durch den oder unter dem Muskel verlaufen müssen.

Durch diese einfachen Vorgänge, deren Konstruktion kaum zu Ausstellungen Veranlassung geben dürfte, erhalten wir Bilder, wie sie uns mehr oder weniger vollständig bei den Säugern wieder begegnen. RUGES Beschreibung der Verhältnisse bei Marsupialiern stimmt fast genau damit überein, ausser dass der Nerv für den Peroneus brevis ebenfalls unter dem Extensor brevis dig. V. weggeht. Diese Thatsache scheint zu Gunsten einer Zusammengehörigkeit beider Muskeln zu sprechen, zeigt uns in Wahrheit aber nur, dass der Peroneus brevis seinen Nerven mit sich nahm, als er sich distalwärts auf die Fibula verschob, u. zw. zu einer Zeit, wo der Extensor dig. V. brevis noch nicht an das Fibulaköpfchen heraufgewandert war, auch wol früher, als der Extensor hallucis „longus" eine wesentliche Befestigung an dem proximalen Teile der Fibula gewann. Denn nur so wird es verständlich, dass der Ursprung des Peroneus brevis sich zwischen Extensor brevis digg. II—V und Extensor hallucis longus hineindrängt. Wollte man sich vorstellen, der Extensor brev. digg. sei vom Unterschenkel auf den Fussrücken verschoben worden, und zwar, wie RUGE noch speziell auseinandersetzt, zuerst mit den für die 1. und 2. Zehe bestimmten Muskelbäuchen, so müssten die Nerven in ganz andrer Weise in diese Muskelgruppe eintreten, als dies thatsächlich geschieht, und nichts könnte uns erklären, weshalb die Nerven für die später herabsteigenden Portionen nicht einfach in deren Oberfläche, sondern auf einem Umwege unter dem Extensor hallucis brevis weg einträten. Nimmt man dagegen meine Hypothese an, so ist zunächst eine höchst einfache Erklärung für das Entstehen des N. peroneus profundus und für seinen eigentümlichen Verlauf um den Extensor hallucis longus gegeben, es ist ferner der Weg der Nerven für die auf dem Fussrücken zurückgebliebene Masse des Extensor digg. brevis medius und profundus geradezu identisch mit dem Wege, den die Peroneuszweige bei den Säugern und dem Menschen in den auf dem Fusse gelegenen Extensor brevis digg. nehmen. Und das drängt uns weiter zu dem wichtigen Schlusse, dass der auf dem Fussrücken entwickelte Extensor digg. der Säuger und des Menschen nicht homolog ist dem ganzen Extensor digg. brevis der urodelen Amphibien, sondern nur dem Extensor digg. brevis medius und — in Fällen, die beim Menschen als Varietät bekannt sind, ausserdem nach der Darstellung RUGES beim Orang —

dem Extensor digg. brevis profundus. Der Extensor digg. brev. medius der Urodelen erreicht die fibulare Randzehe nicht, ein Moment, welches mir für die konstante Abwesenheit eines tarsalen Extensor dig. V brevis bei den Säugern zu sprechen scheint. Dem Extensor digg. brevis superficialis der Urodelen entspricht der Extensor digg. brevis am Unterschenkel des Ornithorhynchus, der Extens. brev. digg. II—V und der Extensor hallucis longus der Marsupialier noch vollständig; je weiter wir dann in der Säugerreihe aufwärts gehen, desto mehr Bäuche fallen aus, schwinden gänzlich, u. zw. analog den Verhältnissen an Vorderarm und Hand zuerst die Bäuche für die mittleren Zehen. Der Extensor dig. V behauptet sich neben dem Extensor hallucis longus am längsten. Daher datirt eine relativ grosse Wahrscheinlichkeit, dass er am ehesten als atavistische Bildung auch beim Menschen wieder zu Gesicht kommen wird, wo er bekanntermassen entweder als kleiner spindelförmiger Muskel mit dünner Sehne von der Sehne des Peroneus brevis oder hinter dem Malleolus lateralis her sehnig oder fleischig vom distalen Ende der Fibula kommt. Die Gründe, die Ruge für eine Verschmelzung des reduzirten Extensor dig. V mit dem Peroneus brevis beibringt, scheinen mir stichhaltig genug, um einen Teil der vom Peroneus brevis an die Kleinzehe ausstrahlenden Sehnenfortsätze darauf zurückzuführen, ohne dass dadurch meine Ansicht über die Möglichkeit der selbständigen Bildung einer solchen Nebensehne vom Peroneus brevis aus irgendwie alterirt würde. — Der seltener auftretende Extensor dig. II pedis longus (Gruber) ist übrigens ebenfalls ein Rückschlag auf den an der Fibula entspringenden kurzen Strecker der niedern Säuger.

Es fällt nun bei Betrachtung der oben gegebenen Zusammenstellung der Verhältnisse bei den Säugern ohne Weiteres eine gewisse Reziprozität in der Ausbildung der kurzen Zehenstrecker an Unterschenkel und Fussrücken auf: je zahlreicher die am Unterschenkel gelegenen Bäuche vorhanden sind, desto geringer zeigen sich die Bäuche am Fussrücken entwickelt und vice versa. So fehlen Muskeln auf dem Fussrücken bei Ornithorhynchus gänzlich. Nach Ruges Befunden weist auch nichts mehr auf ein früheres Vorhandensein derselben hin, denn der N. peroneus endete im medialen Teile des „Extensor hallucis longus“; Brooks dagegen vermochte den Nerven in seinen Endzweigen,

obschon nur mit einiger Schwierigkeit, bis auf den Tarsus zu verfolgen, und das scheint mir beweisend genug für die Annahme, dass auch bei Ornithorhynchus früher kurze Muskeln auf dem Fussrücken angelegt waren, die aber völligem Schwund anheim gefallen sind. Wir haben ja ganz das gleiche Verhalten am N. radialis des Armes, dessen Ram. interosseus mit seinen Endzweigen ursprünglich die kurzen Fingerstrecker auf dem Handrücken versorgte, nach deren Schwund aber nicht ebenfalls zu Grunde geht, sondern in dem Bindegewebe über dem Karpus ausläuft. [1])

Unter die kombinirten Ursprungs- und Insertionsanomalien des Extensor brevis digg. pedis rechnet Ruge in seinen Abhandlungen über „Entwicklungsvorgänge an der Muskulatur des menschlichen Fusses" diejenigen abnormen Muskelbildungen, die ihren Ursprung selbständig auf dem Dorsum pedis nehmen und sich an die Basis oder den Rücken der Metatarsalien, oder einem Interosseus dorsalis angelagert an die Zehe oder in die Faszie über den Interossei oder endlich an den Bauch eines Interosseus mittelst einer Zwischensehne inseriren. Ich glaube, wir brauchen im Hinblick auf die tiefsten kleinen Muskeln am Fussrücken von Menopoma diese oft nur als sehnige Streifen entwickelten Gebilde nicht als Abspaltungen vom Extensor brev. digg. in progressivem Sinne aufzufassen, sondern dürfen sie als atavistische Rekapitulationen der Mm. tarso-metatarsales dorsales der Urodelen betrachten.

Die Resultate unsrer letzten Erörterungen sind also kurz folgende. Die dorsale Muskulatur an Unterschenkel und Fuss war ursprünglich in zwei Schichten angeordnet, eine oberflächliche, deren Muskelmasse im Wesentlichen den Unterschenkel deckte, und eine tiefe, die den Fussrücken inne hatte. Aus

---

[1]) Als weitere Beispiele für Nervenbahnen, die ursprünglich auch motorische Fasern führten, diese aber entweder durch Schwund der zugehörigen Muskulatur oder durch Ueberleitung in andre Bahnen verloren, sind zu nennen der N. interosseus cruris (Halbertsma) und der N. collateralis fibularis (mihi). Den letztern verfolgte ich zuerst genauer beim Gorilla, und zwar unter dem Rande des Vastus lateralis hin bis an den Lateralrand der Patella, wo er an der Kniegelenkskapsel endete, fand ihn aber als konstanten langen Nerven auch beim Menschen. Er deutet uns noch den Weg an, den die bei Ornithorhynchus zum Unterschenkel in den Tibialis anticus verlaufenden Cruralisfasern nehmen.

der oberflächlichen Schicht differenzirten sich als marginale Muskeln der Tibialis anticus und die beiden Peronei von dem intermediären Extensor digg. communis longus, dessen Portion für die erste Zehe jedoch nur noch bei Ornithorhynchus zur Beobachtung kommt. Ein isolirter Peroneus tertius ist eine progressive Bildung. — Die tiefe Schicht teilt sich bereits bei den Urodelen in drei übereinander gelagerte kurze Zehenstrecker und einen Strecker der Metatarsalien. Die oberflächliche Abteilung der kurzen Strecker ist schon bei den niedersten Säugern vollständig auf den Unterschenkel verschoben und beschickt da noch alle Zehen; im Ablauf der phyletischen Weiterentwicklung gehen die Bäuche für die vier lateralen Zehen verloren, es erhält sich bei den Primaten von dieser Abteilung nur der Extensor hallucis longus. Die mittle Abteilung der kurzen Strecker ist bei den höhern Säugern und beim Menschen durch den auf dem Fussrücken verbliebenen Extensor digg. et hallucis brevis repräsentirt; die tiefe Abteilung ist ebenso wie der Strecker der Metatarsalien nur noch gelegentlich als Varietät beim Menschen vorhanden. —

Versuchen wir nun eine Vergleichung der dorsalen Muskulatur an Vorderarm und Hand einer-, an Unterschenkel und Fuss anderseits, so hält es nicht schwer, zunächst die vorhandenen Analogien festzustellen. Es werden in der oberflächlichen Muskelschicht an beiden Extremitäten vom Extensor digg. communis longus nur Sehnen an die Finger mit drei Phalangen abgegeben. Die langen Randmuskeln zeigen vornehmlich am ursprünglichen Kaudalrand der Hand und des Fusses gelegentlich Nebensehnen an die betreffenden Randfinger und Zehen. Die von der oberflächlichen Schicht abzuleitenden Mm. brachioradialis, supinator und anconaeus quartus haben scheinbar in der Norm keine Analoga an der kaudalen Extremität, da die Ursprünge der dorsalen Unterschenkelmuskulatur auf den Unterschenkel übergetreten sind. Doch haben wir das bereits früher besprochene Caput breve bicipitis und den oben erwähnten rudimentären Muskel Blandins an der Tibia hierher zu rechnen. Die ursprünglich einer gemeinsamen tiefen, auf dem Handrücken gelegenen Schicht angehörigen Mm. abductor pollicis longus, Extensor pollicis brevis und longus, Extensor indicis proprius,

Extens. dig. V proprius finden am Unterschenkel des Menschen und der Affen nur noch im Extensor hallucis longus ein Analogon. In dem Schwund der übrigen Muskelbäuche dieser Schicht am Unterschenkel prägt sich der grosse Unterschied in der Funktion und wol hauptsächlich in den Nebenfunktionen des menschlichen Beines gegen die des Armes aus, ein Unterschied, der in gleichem Grade bei den Marsupialiern nicht besteht. Wir finden da im Gegenteil eine auffallend analoge Entwicklung der Muskeln dieser Schicht, und ich möchte nicht verfehlen, darauf hinzuweisen, dass es gerade der Extensor dig. V ist, der an beiden Extremitäten am weitesten proximalwärts wandert. Die Erklärung dafür ist vielleicht, wie Brooks es für den Extensor dig. V propr. der Hand annimmt, darin zu suchen, dass der Muskel seine Wanderung erst antrat, nachdem die andern Komponenten dieser Schicht bereits aufgerückt waren. — Der Extensor digg. pedis brevis der Primaten und der andern Säuger, die eine entsprechende tarsale Muskelschicht besitzen, ist das Analogon des als Varietät am Handrücken auftretenden Extensor brevis digg. manus. Ich weiche darin von Brooks Vergleichung ab und komme zur Ansicht Macalisters zurück; meine Gründe dafür sind oben dargelegt.

Wie an der ventralen erkennen wir auch an der dorsalen Fläche des Vorderarms und des Unterschenkels ohne Weiteres die analoge Tendenz der Muskulatur, ihre Ursprünge von dem funktionswichtigeren kranialen Rand weg auf den kaudalen zu verlegen. Doch macht sich dies Bestreben bei den Säugern nicht so allgemein wie bei den urodelen Amphibien geltend und tritt viel mehr an den tiefen als an den oberflächlichen Muskeln hervor. Betrachten wir dazu die Innervation, so springt wiederum eine ganz merkwürdige Analogie zwischen beiden Extremitäten in die Augen: die dorsale Muskulatur, soweit sie zu Hand und Fingern, Fuss und Zehen Beziehungen eingeht, schliesst in ihrer Innervation kaudalwärts um ein volles Segment früher ab als die entsprechende ventrale Muskulatur. Daraus können wir sogleich folgern, dass für den Aufbau beider Extremitäten ein Myomer in seinem ventrolateralen und ventromedialen Abschnitt mehr in Frage kommt als im dorsolateralen. Ein Vergleich der Innervation im Einzlen zeigt uns dann eine ähnliche Inanspruchnahme mehr kaudal gelegenen metameren Bildungsmaterials, wie sie

bereits bei der ventralen Muskulatur bekannt wurde. Doch ist die Divergenz beider Extremitäten bei antitroper Gegenüberstellung in dieser Hinsicht nicht so bedeutend als an der ventralen Fläche, ein Umstand, der für die Feststellung der Homologien besonders ins Gewicht fällt. Denn wir werden auf diese Weise leichter wenigstens inkomplete Homologien erwarten dürfen, nicht nur fast ausschliesslich imitatorische, wie unter den ventralen Muskeln. Auch hier haben wir uns wieder ins Gedächtnis zu rufen, dass mindestens zwei ulnare Finger am Fusse Homologa nicht besitzen und umgekehrt ebensowenig vierte und fünfte Zehe an der Hand.

Ueber die Homologie des Brachioradialis und des Cap. breve bicipitis fem. ist schon früher gesprochen (pg. 127 [213]) und es mag nur noch einmal darauf hingewiesen werden, dass bei der Innervation des erstern aus C_5C_6, des letztern aus $L_5S_1(S_2)$ eine annähernd komplete Homologie vorliegt. — Der Supinator hat am Unterschenkel kein Homologon. Dagegen dürfen wir die beiden Radiales externi mit den Peronei longus et brevis vergleichen, ohne aber dabei weiter spezialisiren zu wollen. Die Innervation der Radiales aus $(C_5)C_6$—C_8 und anderseits der Peronei aus $L_4L_5S_1$ ergibt eine inkomplete Homologie. — Der Extensor digg. comm. longus ist an beiden Extremitäten nur insoweit direkt homologisirbar, als er an homologe Finger bezw. Zehen geht, also in den Portionen für 2. und 3. Finger, 3. und 2. Zehe. Dagegen werden wir wol annehmen dürfen — und die geringe Divergenz der Innervation des Extensor digg. comm. long. manus aus $(C_5)C_6$—C_8 gegenüber der des Extensor comm. long. digg. pedis aus L_4—S_1 unterstützt uns darin ebenso sehr, wie das öfter zu beobachtende Wiederauftreten der langen oberflächlichen Streckersehne an Daumen und Grosszehe —, dass mit dem Ausfall radialer Finger bezw. tibialer Zehen und der dritten Phalanx des Pollex bezw. Hallux die entsprechenden Sehnen zwar nicht mehr zur Ausbildung kommen, aber die zugehörige Fleischmasse sich wenigstens zu einem Teile dem allgemeinen Extensorbauch angeschlossen hat. — Der Ulnaris externus, aus C_6—C_8 versorgt, besitzt ein inkompletes Homologon in dem von L_4—S_1 innervirten Tibialis anticus. Für den Anconaeus quartus endlich ist als einzig vergleichbarer Muskel nur der Tibialis anticus accessorius

(Blandin) übrig, der vielleicht mit dem Tibialis medialis v. BARDELEBENS identisch ist.

Von der tiefen Muskulatur lässt sich der Extensor hallucis longus nur homologisiren dem als Varietät bekannten Extensor dig. III proprius am Vorderarm. Der Extensor propr. dig. V et IV (Varietät) am Vorderarm ist ganz ohne Homologon am Unterschenkel, wenn man nicht die gelegentliche Abzweigung eines Bündels vom Extensor hallucis longus an das Metatarsale I als Rest eines Prähalluxextensors auffassen will, der dann dem Extensor dig. IV proprius am Vorderarm entspräche. — Die Homologa des Extensor indicis propr., Extensor pollicis long., Abductor pollicis long. (= Abductor metacarpi I + Abductor praepollicis) sind am Unterschenkel des Menschen und der Affen verloren gegangen, dagegen bei Monotremen und Marsupialiern noch vorhanden und in gleicher Reihenfolge der an der Fibula entspringende Extensor brevis dig. pedis II, III, IV, V — sodass wir also in dem gelegentlichen Wiederauftreten des Extensor brevis dig. V pedis beim Menschen das Homologon des ebenfalls gelegentlich isolirten Abductorbündels an das radiale Sesambein des Karpus erkennen würden. — Im selben Sinne sind dann die einzelnen Bäuche des normalen, auf dem Tarsus entspringenden Extensor digg. pedis brevis mit dem als Varietät erscheinenden Extensor brevis digg. manus zu vergleichen; speziell würde dem Extensor brevis hallucis der am häufigsten zu beobachtende Extensor brev. dig. III manus entsprechen.

Hiermit können wir die Besprechung der Muskelhomologien beschliessen. Eine Tabelle, worin die Vergleichungen früherer Autoren zusammengestellt sind, und eine zweite, die meine eignen Homologisirungsversuche enthält, füge ich am Schlusse dieser Abhandlung bei, und wende mich jetzt noch zu einigen Bemerkungen über die Homologien im Skelet, in den Nerven und den Blutgefässen der Extremitäten.

B. Die Vergleichung der Skeletelemente.

In den voraufgehenden Erörterungen über die Muskulatur ist zwar zu einem grossen Teile bereits gesagt, welche Skeletelemente

einander homolog zu setzen sind, doch bedarf es noch einer übersichtlichen Zusammenstellung und eines besonderen Eingehens auf die Frage nach der Homologie der Karpal- und Tarsalelemente.

Bei der Vergleichung der Extremitätengürtel (pg. 50 [136] ff) waren wir wie eine grosse Reihe früherer Autoren zu dem Resultat gekommen, dass ein Homologon der Klavikel an dem Beckengürtel nicht existirt. Der Ventralabschnitt des Hüftbeins, das Pubo-Ischium, welches ziemlich vollkommen das Homologon des Urodelenkorakoids repräsentirt, ist am Schultergürtel lediglich durch den Processus coracoides vertreten, der nur als kümmerlicher Ueberrest des ursprünglichen Korakoids erscheint. Seine starke Entwicklung bei den Primaten ist augenscheinlich sekundär progressiver Natur, denn bei den niedern Säugern fehlt er entweder ganz oder ist nur als Rudiment vorhanden. Suchen wir für den Fortsatz die entsprechende Partie am Urodelenkorakoid, so bleibt uns nur die kleine Stelle unter der Wurzel des Prokorakoids, kranial neben dem ventralen Ausschnitt der Pfanne, lateral (dorsal) zum Foramen coracoideum. Und dieser Partie ist am Hüftbein nur die Wurzel des Ram. superior ischii homolog, sicher nicht das Tuber ischii. Denn das letztere hat ursprünglich an oder dicht neben der Medianlinie gelegen, wie wir es am Urodelenbecken noch sehen. Ganz augenscheinlich ist erst durch die Rotation des Beckens um eine transversale, etwa durch die sakrale Gelenkfläche gehende Axe die Spaltung der ursprünglich vom ganzen Puboischium gebildeten Symphyse vom kaudalen Körperende her eingetreten, notwendig geworden, um Raum für die unmittelbar kaudal zur Symphyse mündenden Ausgänge des Verdauungs- und besonders des Urogenitaltraktes zu schaffen. — Die dorsale Abteilung der Scapula ist, wie aus der pg. 53 [139] gegebenen Konstruktion und aus den ansitzenden Muskeln hervorgeht, nur zu vergleichen der kaudalen, beim Menschen dorsalen Hälfte des Ileum. Will man spezialisiren, so stimmt die nahe dem Axillarrand belegene starke Leiste in der Fossa subscapularis ziemlich genau mit der Linea arcuata interna ilei, das Tuberculum infraglenoidale für den Tricepsursprung sogar ganz mit der Spina ant. inferior ilei überein, denn beide gehören homologen Segmenten an. Die Spina scapulae ist ohne Homologon am Ileum, wenn wir von der kräftigen Ausbildung höherer Säuger ausgehen, entspricht aber ungefähr der

Linea glutaea superior. Die Incisura scapulae endlich ist homolog der Incis. ischiadica maior.

Humerus und Femur sind natürlich im Ganzen homolog. Das Tuberculum minus hum. entspricht dem Trochanter minor femoris, das Tuberculum mai. dem Trochanter maior, und auf dem letztern sind ebenso drei Facetten für Glutaei medius, minimus und dessen Scansoriusportion wie am Tuberculum maius für die homologen Supraspinatus, Infraspinatus und Teres minor. Die Insertionsstelle des Crus superius des Lig. coracohumerale zwischen Tuberculum mai. und Gelenkkopf ist homolog der Insertionsselle der Rotatores fem., besonders der Obturatores in der Fossa trochanterica. Der Insertion des Crus inferius des Lig. coracohumerale (besser des Lig. glenobrachiale superius) an dem oft weit auf den Gelenkkopf vordringenden Einschnitt zwischen Tuberculum minus und Kopf ist die Insertion des Lig. teres auf dem Schenkelkopf zu vergleichen, wie es bereits von H. Welcker (1876) geschehen ist. Doch deckt sich meine Homologisirung eines Teiles des Lig. coracohumerale mit dem Lig. teres femoris nicht ganz mit der Welckers: der vom Proc. coracoides kommende Teil des Lig. coracohumerale ist ein tenontogenes Band, das frühere Endstück der Sehne des Pectoralis minor, und mit dem Lig. teres jedenfalls nicht zu vergleichen; das Lig. glenobrachiale superius entspringt vom ventralen Umfang des Tuberculum supraglenoidale, dicht am Pfannenausschnitt und erscheint als echtes Band wie die daneben vom Limbus cartilagineus kommenden Ligg. glenobrachialia medium und inferius. Von einer eingehenden Diskussion dieser Verhältnisse wollen wir aber hier absehen.

Distal von den Tubercula bezw. Trochanteres wird die Wahrscheinlichkeit, direkt homologe Skeletpunkte aufzufinden, eine sehr geringe, denn da sind wir der Führung durch die Muskelanheftung nicht mehr sicher, weil die letztere sich zufolge funktioneller Anpassung an beiden Extremitäten in verschiedener Weise verschoben haben kann. Am leichtesten lässt sich noch die Tuberositas deltoidea mit der Tuberositas glutaealis homologisiren. Die beiden Kondylen des Femur bei dem Menschen und bei denjenigen Säugern, deren Fibula nicht mehr mit dem Femur artikulirt, entsprechen nur dem Trochleaabschnitt des Humerus, wenn auch im Allgemeinen die medialen und lateralen Epi-

kondylen untereinander verglichen werden können. — Die Patella ist ein Sesambein und nicht dem Olekranon, sondern der Patella brachialis der anuren Amphibien etc. homolog.

Ueber die Ursachen der an beiden Extremitäten verschiedenen Ausbildung der zwei Skeletelemente in den mittlen Abschnitten ist bereits früher gesprochen und darauf hingewiesen, dass es sich lediglich um eine Anpassungserscheinung an die verschiedene Funktion beider Extremitäten handelt. Für die den Körper vorwärts schiebende kaudale Extremität ist es aus statischen und mechanischen Gründen unerlässlich, dass der am meisten belastete Skeletteil des kranialen Randes, die Tibia, nicht nur in breite Verbindung mit dem Femur, sondern auch mit dem Tarsus gesetzt wird. An der kranialen Extremität, die den Körper vorwärts zu ziehen hat, kommen für Ulna und Radius ganz andere Faktoren in Betracht. Als kranial gelegener Knochen ist der Radius breit mit dem bei der Lokomotion zunächst in Anspruch genommenen kranialen Handrande verbunden, mag er nun gegen die Ulna beweglich oder festgestellt sein. Die Verbindung des Radius gegen den Humerus ist eine mehr nebensächliche, gewinnt aber überall da, wo die kraniale Extremität als Stützorgan verwendet wird, an funktioneller Bedeutung. Auf der andern Seite ist die Vereinigung der Ulna mit dem Karpus nur da von grösserer Wichtigkeit, wo die Hand breit auf dem Boden ruhend den Körper tragen hilft, dagegen gibt überall das Brachioulnargelenk die Hauptverbindung für die Bewegungen zwischen proximalem und distalem Abschnitt der Extremität ab. Es ist leicht einzusehen, dass für den Ausbau der funktionell stärker beanspruchten Skelettabschnitte eine grössere Quantität des für die Extremität überhaupt verwandten Skleromerenmaterials verbraucht wird — wenn die Annahme von Skleromeren im Sinne Bolks überhaupt statthaft ist, was ich vorläufig noch für fraglich halte — und dass dadurch die Aehnlichkeit in der Form der homologen Skeletteile sehr beeinträchtigt werden muss. Aber die von so Mancherlei abhängige äussere Form ist jedenfalls auch der letzte Faktor, den der vergleichende Morphologe bei Bestimmungen von Homologien zu berücksichtigen hat. Und durch eine derartige Erwägung wird es uns auch leichter, relativ schwache Ausbildung oder weitgehende Reduktion des distalen Endes der Ulna und der ganzen Fibula nicht zugleich als

den Ausdruck einer Reduktion der Hand oder des Fusses am ulnaren bezw. fibularen Rande zu betrachten, denn wir würden damit in unlösliche Widersprüche beim Vergleichen der Muskulatur und des Hand- und Fussskelets geraten.

Der Versuch, die homologen Elemente des Karpus und des Tarsus herauszufinden, wird nicht gut auszuführen sein, ohne dass wir auch der Frage nach der ursprünglichen Anzahl der Finger und Zehen näher treten. Bei dem gewaltigen Umfange der Literatur über Karpus und Tarsus ebenso wie über Poly- oder Hyperdaktylie ist es unmöglich, hier alle Ansichten noch einmal nebeneinander zu stellen, wollen wir uns nicht ins Endlose verlieren. Bemerkenswert ist jedenfalls, dass, während v. Bardeleben mit allem Nachdruck für die heptadaktyle Urform von Hand und Fuss eintritt und Hinweise auf einen Präpollex bezw. Prähallux und einen Postminimus nicht nur im Skelet, sondern auch in der Muskulatur findet, sein früherer Anhänger Wiedersheim (1893) von der Deutung der überzähligen Karpal- und Tarsalelemente als atavistischer Merkmale gänzlich zurückgekommen und mit Andern der Meinung ist, „dass jene „überzähligen Strahlen“, mag es sich dabei um ein Vorkommen bei niedern oder höhern Vertebraten handeln, als Konvergenz-Erscheinungen im Sinne einer progressiven Entwicklung zu betrachten sind. — Keine einzige paläontologische Thatsache — spricht dafür, dass terrestrische Tiere je einmal mehr als fünf Strahlen in ihrem Hand- und Fussskelet besessen haben“. Da seine eignen Untersuchungen über die Entwicklung des Extremitätenskelets ihn in dieser Auffassung bestärken, so „verliert auch die beim Menschen nicht selten auftretende und oft auf zahlreiche Generationen sich fortvererbende „Hyperdaktylie“ ihre Bedeutung im Sinne einer Rückschlagserscheinung“. Eine gleiche, völlig ablehnende Stellung nimmt Tornier ein (1889), der die Präpollex- und Prähalluxelemente bei Säugern als progressive, auf dem Wege der Anpassung entstandene Bildungen erklärt. Aehnlich behandelt Fleischmann (1891) das sog. Präpollexrudiment vorläufig noch als Sesambein. Baur hat sich früher des öfteren entschieden dahin ausgesprochen, dass eine heptadaktyle Urform für die Säuger nicht existire, dass vielmehr die Säuger von pentadaktylen Reptilien und diese von pentadaktylen Batrachiern abzuleiten seien; besonders betont er (1889), dass die

Hand der Säuger keine radiale Reduktion erlitten habe, das radiale Sesambein befinde sich in derselben Lage wie bei den Schildkröten. Kollmann (1888) hält es für unstatthaft, in dem Vorhandensein von Rudimenten am Hand- und Fussrand einen Hinweis auf frühere Heptadaktylie zu sehen. „Es gibt keine Stapedifera mit mehr als 5 Fingern, aber solche mit 5 Fingern und mit Spuren eines ulnaren und radialen Strahles (Mensch, viele Säuger, Reptilien und Batrachier). Diese Spuren liegen als oft schwer erkennbare Rudimente in der Haut. In Fällen von Hyperdaktylie des Menschen vergrössern sich diese Rudimente und treten verschieden entwickelt aus der Haut hervor. Der Rückschlag aus diesen Rudimenten liefert wahrscheinlich stets nur Rudimente d. i. verkümmerte Finger. Hyperdaktylie ist keine pathologische, sondern eine theromorphe Erscheinung und weist auf eine Reduktion von Strahlen hin, welche bei der Umformung der Fischflosse in eine Batrachierhand mit aufgenommen wurden. Hyperdaktylie des Menschen ist demnach eine besondre Form des Atavismus. Dieser Atavismus weist auf weit zurückliegende, gemeinsame Organisation hin ebenso wie Kiemenbogen und Kiemenspalten etc. In der Hyperdaktylie äussert sich das Gesetz typischer Entwicklung.“ Bei dieser Formulirung seiner „Rudimenttheorie“ erklärt Kollmann aber ausdrücklich die Fälle von Hyperdaktylie, die sich nicht auf die rudimentären Randstrahlen beziehen lassen, als bis auf Weiteres in das Gebiet der Teratologie gehörig. Emery sieht zwar im radialen Sesambein und im Pisiforme Rudimente von Randstrahlen, glaubt aber nicht, dass bei Ursäugetieren jemals ein als freier Finger funktionirender Präpollex existirt hat, und hält den sog. Präpollex der Nager für ein aus dem bereits vorhandenen Rudiment sekundär weitergebildetes Organ. A. Carlsson will den schroffen Gegensatz zwischen einem Sesambein und einem gewöhnlichen Skeletknochen nicht aufrecht erhalten wissen, denn ein Sesamknochen könne sich allmälig auch dem Skelet eingliedern, entscheidet sich aber für die Auffassung des Präpollex und Prähallux der Säuger als progressiver Bildungen. Zander (1891) kommt zu dem Ergebnis, dass es sich aller Wahrscheinlichkeit nach bei der Polydaktylie, welche zum ersten Male auftritt, immer um eine erworbene Misbildung handle, und dass Polydaktylie wol diskontinuirlich vererbbar sein könne, aber niemals als Atavismus aufzufassen sei. Eine Versöhnung der Gegensätze erreicht

aber auch er nicht. Der konkrete Fall, an den er seine Auseinandersetzungen knüpft, ist zwar keine echte Präpollexbildung, sondern das Produkt einer Spaltung des Pollex, und der Autor weist ganz mit Recht darauf hin, dass nach Förster gerade bei dem Auftreten überzähliger Randfinger eine Vermehrung der distalen Karpalien nicht beobachtet ist, aber das beweist nichts gegen die Annahme, dass marginale Finger und Zehen verloren gegangen sind.[1])

Die Schwierigkeiten werden noch dadurch gesteigert, dass durch die Arbeiten von Pfitzner und Thilenius wieder die Frage angeregt worden ist, ob der Karpus ursprünglich zwei-, drei- oder vierreihig gewesen sei. Wenn wir nun auf Grund der Vergleichung der Muskulatur und der Innervation gar zu dem Resultate gelangten, dass an der Hand ulnar zwei Finger existiren, deren Homologa im Fusse fehlen, während umgekehrt die Homologa für die 4. und 5. Zehe in der Hand nicht ausgebildet sind, und dass aller Wahrscheinlichkeit nach an der Hand eine Reduktion am radialen, im Fusse am tibialen Rande stattgefunden hat, so scheint das Wirrsal vielleicht wenig zu neuen Bemühungen zu ermutigen. Doch ist immerhin ein Versuch zu wagen, im Sinne der antitropen Vergleichung der Extremitäten und unter Benützung unsrer Hypothese die als normal anerkannten Bestandteile des Karpus und Tarsus zu homologisiren.

Aus dem Verhalten der Muskulatur an der kranialen Extremität der urodelen Amphibien mit vier Fingern lässt sich meiner Ansicht nach ohne Weiteres der Verlust mindestens eines Fingers am radialen Handrande ableiten; die Hinweise auf eine solche Reduktion am Ulnarrande sind jedenfalls sehr geringe und mehr in der Lagerung der Karpalelemente zu den Metakarpalien als in der Muskulatur zu finden. Ich halte mich aber andrerseits auch nicht für berechtigt, die Möglichkeit des Ausfalls eines ulnaren Fingers abzustreiten. Der geschwundene Finger würde dann dem Minimus der menschlichen Hand, nicht dem

[1]) In der Dissertation von Melde (Marburg 1892) ist ein Fall von Hyperdaktylie geschildert, bei dem beiderseits ein häutig mit dem Pollex verbundener, aber mit eignem, vollständigem Metakarpale versehener Präpollex vorhanden war. Die ganze Beschreibung des interessanten Falles ist aber so oberflächlich, ganz besonders ist gerade auf die Muskeln und Nerven so wenig eingegangen, der Karpus ausserdem gar nicht genauer untersucht, dass die Arbeit eigentlich wertlos ist.

Postminimus gleichzusetzen sein. Auch bei den Anuren, wo das Rudiment eines radialen 1. Fingers noch vorhanden ist, zeigt sich die ganze Muskulatur des ulnaren Randes zwar ausserordentlich kräftig entwickelt, sowol was Beuger als was Strecker anlangt, aber ich vermisse gerade auch in den kurzen Muskeln irgend welche bestimmtere Andeutung eines ulnaren Randfingers. Damit soll aber nicht behauptet sein, dass die vier gut entwickelten Finger der Anuren homolog den vier Fingern der Urodelen seien. Das rudimentäre radiale Metakarpale der Anuren sitzt auf einem kleinen Carpale I, welches proximal mit dem Radiale, ulnar mit dem Carpale II, distal mit Metacarpale II in Berührung steht. Schwindet das Metakarpale gänzlich, so wird das zurückbleibende Karpale schon durch den Muskelzug um ein weniges proximalwärts rücken und zwischen Radiale und Carpale II zu liegen kommen und damit eine Stellung einnehmen, die durchaus der des sog. radialen Sesambeins der höhern Säuger entspricht. Ich halte nicht wie Leboucq das radiale Fingerrudiment der Batrachier für den Rest eines Präpollex, sondern eines Pollex, glaube aber, dass das radiale Sesambein der (höhern) Säuger auf die eben geschilderte Weise in seine jetzige Stellung gelangt und der einzige Skeletüberrest eines Präpollex ist. Als ein tenontogenes Sesambein ist das betreffende Skeletelement schon deshalb kaum anzusprechen, weil die Bedingungen für die Entstehung eines solchen nicht vorliegen. Ginge die Sehne des Abductor pollicis longus etwa analog der des Peroneus longus über den Karpalrand, so könnte sich darin wol ein Sesambein entwickeln. Sobald sich dasselbe dann dem Karpus inniger angliederte, würde sich der Abductor an das Sesambein zu inseriren scheinen, es müsste aber anderseits etwa wie beim Pisiforme jenseits des Sesambeins eine die ursprüngliche Muskelinsertion noch konservirende straffe Bandmasse vorhanden sein, durch die der Muskelzug übertragen wird. Das radiale Sesambein, welches ich in dem Karpus meines Gorilla fand, war aber ebenso wie ein ganz entsprechend gelagerter kugliger Knorpel an der Hand eines siebenjährigen Knaben, nur durch eine gewöhnliche, keineswegs besonders verdickte Gelenkkapsel mit dem Naviculare und Trapezium verbunden, obschon sich beim Gorilla ein kräftiges Bündel des Abductor daran inserirte. — Wie vorsichtig man in der Bestimmung und Bezeichnung der Sesambeine zu verfahren hat, und wie ohne Berücksichtigung der Muskelverhältnisse eine Entscheidung schlechterdings

unmöglich wird, ist allgemein bekannt, wird aber durch die Verhältnisse bei Ornithorhynchus noch weiter illustrirt. Hier besteht ein radiales Sesambein von respektabler Grösse, abgeplattet, volar dem Scapholunatum nicht artikulirend angelagert, noch etwas unter das distale Radiusende greifend. Aber dieses Sesambein ist ein tenontogenes, in der Sehne des Radialis internus entwickelt und mit starken Sehnenzipfeln an Trapezium, Metacarpale II und Triquetrum geheftet. Beim Schnabeltier existirt allem Anschein nach ein funktionelles Bedürfnis für die Einrichtung von Sesambeinen an dieser Stelle, also am Uebergang vom Vorderarm zur Hand, denn in gleicher Breite finden wir zwei starke Sesambeine in der Sehne des gemeinsamen langen Fingerbeugers und nur wenig proximalwärts dazu das starke, mit Ulna und Triquetrum artikulirende Pisiforme[1]). Die Stelle des Präpollexrudiments wird von einem kräftigen radialen, durch eine Furche abgesetzten Vorsprung des Scapholunatum eingenommen.

Wenn ich somit hinsichtlich der Deutung des radialen Sesambeins der (höhern) Säuger als Präpollexrudiment mich v. Bardeleben anschliesse, so kann ich dies doch nicht in der Auffassung des Skeletelementes hinsichtlich seiner Einordnung in den Karpus. v. Bardeleben hält die Tuberositas des Naviculare für das proximale Karpale, die Tuberositas des Trapezium für das distale Karpale des Präpollex. Das gewöhnliche, rundliche, radiale Sesambein der Anthropoiden und des Menschen liegt an der Stelle der Tuberositas navicularis und verschmilzt jedenfalls in einer Reihe von Fällen, wo die embryonale Anlage sich nicht wieder zurückbildet, mit dem Kahnbein, nicht mit dem Trapezium. Der Karpus der Amphibien ebenso, wie die Muskelinsertionen bei den Säugern lehren uns, dass das radiale Sesambein ganz augenscheinlich aus einem Carpale distale hervorgegangen ist. Ein eignes Carpale proximale für den Präpollex braucht ja überhaupt nicht vorhanden gewesen zu sein, wenn man auch das von Kehrer (1886) in der Hand eines Anthropoidenembryo (Orang?) gefundene proximale, dem Naviculare angelagerte Knorpelchen vielleicht als ein solches ansehen kann. Die Reduktion eines Fingers beginnt, soweit aus den be-

[1]) Daneben besitzt Ornithorhynchus bekanntlich arthrogene Sesambeine volar über allen Karpometakarpal-, Metakarpophalangeal- und Fingergelenken.

kannten Thatsachen zu schliessen, mit dem Verlust der Phalangen, dem dann der Verlust des Metakarpale folgt, dann der des zugehörigen Carpale distale. Ist das letztgenannte nur noch als geringfügiges Rudiment frei oder mit einem nachbarlichen Skeletelement mehr oder weniger verschmolzen erhalten, so kann man wol mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass von distal dazu gelegenen Elementen nichts übrig geblieben ist, auch nicht in Vereinigung mit Nachbarknochen. Daher wird es wol auch vergeblich sein in der Embryologie Anhaltspunkte für die Betrachtung der Tuberositas des Trapezium als angeschmolzenes Carpale distale des Präpollex zu finden. Ein wieder auftretender Präpollex müsste meiner Ansicht nach zunächst ein Metakarpale distal auf dem radialen Sesambein zeigen, wobei das letztere wieder in die Reihe der distalen Karpalien gerückt erschiene, und bei guter Entwicklung bis zu zwei Phalangen besitzen. In solchem Falle könnte man auch erwarten, dass der Pollex statt zwei-, dreigliedrig wäre, wie es WINDLE beobachtet hat [1]).

Wie ich nun den Kontakt des Präpollexmetakarpale mit dem als Carpale distale aufzufassenden radialen Sesambein der Säuger für eine Conditio sine qua non halte, möchte ich das Gleiche annehmen hinsichtlich der vollkommenen Isolirung der Präpollexelemente von der ulnaren Nachbarschaft. Danach gehören m. E. alle von dem Pollexmetakarpale sich abspaltenden überzähligen Finger vorläufig noch in das Gebiet der Teratologie. Anderseits ist der sog. Präpollex der Nager — abgesehen vielleicht von Pedetes capensis, den ich nicht

---

[1]) Wodurch WINDLE es begründen will, dass am normalen zweigliedrigen Daumen die fehlende Phalange die proximale sei und durch die proximale Epiphyse des Metakarpale repräsentirt werde, ist mir nicht ersichtlich. Denn kein bekanntes Faktum gestattet den Schluss, dass bei den Wirbeltieren in einer zusammenhängenden Reihe von Skeletelementen (Phalangen, Wirbel) eines derselben ausgeworfen werden könnte, ohne die grösste Verwirrung unter den zugehörigen Weichteilen herbeizuführen. Und wo sollte denn bei dem radialen Randfinger der Salamandra, der nur eine Phalange besitzt, die fehlende zweite Phalange stecken? Schwindet an einem Finger die Endphalange — und nur damit kann aller Erfahrung nach die Reduktion beginnen —, so wird eben die proximal dazu gelegene zur Endphalanx. Das bedarf wol kaum eines besondren Beweises, wenn man die zugehörige Muskulatur aufmerksam studirt. Die Ummodelung der äussern Form ergibt sich von selbst.

kenne — trotz seiner kräftigen Ausbildung doch nichts weiter als ein sekundär progressiv entwickeltes Präpollexrudiment. Was das Verhalten der Muskulatur eines schwindenden Fingers und ihren eventuellen Uebergang auf den benachbarten anbetrifft, so werden wir wieder von bekannten Thatsachen aus konstruiren können, dass die Insertionen der langen Muskeln sich zunächst von Phalange zu Phalange zurückziehen, vor dem Metakarpale angelangt aber (auf der volaren Seite) die Skeletanheftung ganz aufgeben, da hier die tief gelegene kurze Muskulatur den Knochen umschliesst und, wie wir es beim Frosch sehen, nach Schwund des letzten Restes einer Phalange in die Haut austrahlt. Die langen Beugersehnen inseriren sich dann einfach in die Faszie der kurzen Muskeln und, sobald auch diese in grösserm Umfange verloren gegangen sind, an das zunächst gelegene Karpale. Die kurzen Muskeln, die nach dem Schwund der Phalangen wenigstens in ihren oberflächlichen Lagen Beziehungen zur Haut gewonnen haben, werden, soweit sie nicht vom Metakarpale selbst entsprangen, beim Verlust des letztern die Möglichkeit behalten, unter Vermittlung der Faszie mit ihrer Insertion auf den zunächst gelegenen Finger, d. h. auf dessen Metakarpale und die dasselbe umgebende kurze Muskulatur überzutreten. Die oberflächlicheren Schichten erlangen dann unschwer neue Beziehungen zu der Grundphalange dieses Fingers, die tiefen werden durch ihre neue Insertion am Metakarpale zu einem Opponens. So lässt sich die dünne, oberflächliche Portion des Abductor pollicis brevis, die nicht an das radiale Sesambein des Metakarpophalangealgelenks, sondern radial auf die Grundphalanx des Daumens geht, und ferner die proximale, meist gut abgesetzte Portion des Opponens pollicis aus der kurzen volaren Muskulatur eines geschwundenen Präpollex ungezwungen ableiten. Würde jetzt auch der Pollex noch schwinden, so würde sich für die kurzen volaren Muskeln des Daumenballens der gleiche Uebergangsprozess wiederholen, doch darf man wol annehmen, dass die vom Präpollex stammenden Muskelreste dabei vollständig oder wenigstens zum grössten Teile verloren gehen. — Man wird vielleicht gegen diese Konstruktion einwenden, dass von den langen Beugern des Präpollex nichts auf den Pollex übergetreten sei. Das spricht jedoch nur für einen phyletisch sehr früh abgelaufenen Reduktionsprozess. Die Handmuskulatur muss sich noch in einem Stadium der

Ausbildung befunden haben, in dem lange Spezialbeuger der Finger noch nicht vorhanden waren, sondern nur ein Palmaris longus superficialis Sehnenzipfel an die Finger entsandte wie bei den Amphibien. Und die Reste solcher Zipfel sehen wir ja in der Ausstrahlung der Palmarfaszie auf dem Daumenballen noch erhalten. — Für die dorsale Muskulatur gilt Aehnliches, doch laufen die Prozesse da einfacher ab. Der lange gemeinsame Fingerstrecker zieht bei der Reduktion des Randfingers zuerst seine Fingersehne zurück und behält nur die Metakarpalinsertion. Die letztere wird jedenfalls schon sehr früh auch aufgegeben, da die darunter liegenden kurzen radialen Strecker durch stärkere funktionelle Inanspruchnahme sich mächtiger entwickeln. Schwindet auch das Metakarpale des Randfingers, so treten die allein noch vorhandenen Insertionen der kurzen Strecker ohne Weiteres auf das nächste Metakarpale über. Schwindet ev. auch noch dieses nach Verlust des zugehörigen Fingers, so heften sich die wiederum frei gewordenen Sehnen auf das nächst gelegene Karpale, denn das nächste ulnare Metakarpale wird jetzt von den Sehnen der kurzen Strecker des zweiten geschwundenen Fingers besetzt. Diese Rückzugslinie ist also ausgedehnter als die der kurzen volaren Muskeln, denn die letztern bleiben mit ihren Ursprüngen immer in der Vola, die kurzen Strecker dagegen zeigen bereits sehr früh die Tendenz, ihre Ursprünge auf den Vorderarm zu verlegen. So lässt sich der Teil des Abductor longus pollicis, der am 1. Metakarpale inserirt ist, von einem Extensor brevis s. proprius praepollicis, der Teil aber, der sich an das radiale Sesambein und das Trapezium ansetzt, von einem Extensor propr. eines noch radial zu dem Präpollex gelegenen Fingers ableiten. — Wir verstehen dann, warum die oberflächliche Thenarmuskulatur beim Menschen noch von C_6 innervirt wird, während die tiefe ihre Nerven von $C_7 C_8$ erhält; wir sehen auch eine Erklärung für die auffallende Differenz zwischen der Innervation des Palmaris longus und der Extensoren am Vorderarm. Während nämlich der erstere, der ursprüngliche lange, direkte Fingerbeuger, nur von $C_7 C_8$ aus versorgt wird, greift die Innervation der Extensoren auf viel weiter proximal gelegene Nerven, $C_5 C_6$, über, also noch weiter als die der oberflächlichen Thenarmuskeln. Der Palmaris longus des Menschen ist eben fast völlig ausser Funktion gesetzt und nur noch ein Rudiment, die kurzen Extensoren dagegen haben sich

auch in den für die zwei verloren gegangnen radialen Finger bestimmten Portionen erhalten.

Ich glaube, mit diesen Auseinandersetzungen meine Hypothese dass an der radialen Seite der (menschlichen) Hand mindestens zwei Finger geschwunden sind, zur Genüge begründet zu haben.

Wie steht es nun mit der von v. Bardeleben und Andern vertretenen Hypothese des Schwundes eines Postminimus, eines Fingers am ulnaren Rande? Das Pisiforme soll hier den Skeletüberrest darstellen, ein Knochen, der, soweit er bei den Vertebraten gefunden ist, mit Ulnare (Triquetrum) und Carpale IV + V (Hamatum) oder nur mit Ulnare oder mit Ulnare und Distalende der Ulna oder endlich mit letzterm allein artikulirt. Wir könnten wol eine ähnliche Verschiebung des Knochens in proximaler Richtung durch Muskelzug annehmen wie für das radiale Sesambein (Präpollexrudiment), dessen Herkunft von einem Carpale distale sich aus den Befunden am Amphibienkarpus studiren lässt, aber wir haben gerade bei den Amphibien nicht die geringste Spur eines Pisiforme, in der Anordnung der Muskulatur des ulnaren Handrandes kaum einen Anhalt, dass hier ein Finger verloren gegangen ist, und ebensowenig gibt uns die Innervation der Muskulatur und Haut beim Menschen einen Hinweis auf einen derartigen Prozess. Dass das Pisiforme distalwärts durch die starken Ligg. pisohamatum und pisometacarpeum festgelegt wird, lässt sich ja auch in negativem Sinne verwerten und das Skeletelement als tenontogenes Sesambein in der Sehne des Ulnaris internus ansprechen. Doch lege ich auf das Vorhandensein dieser Bänder weniger Gewicht, da sie sich sekundär ausgebildet haben können. Viel signifikanter wäre der Mangel dieser Bänder für die Bestimmung des Knochens als skeletogenes Sesambein. Was mich nächst dem Fehlen der Andeutungen in der Innervation vor Allem abhält, das Pisiforme als Rudiment eines ulnaren Strahles aufzufassen, ist das vollständige Fehlen kurzer Streckmuskelreste am ulnaren Handrande, die sich analog dem Abductor pollicis longus an das Metacarpale V, das Hamatum und Pisiforme inseriren müssten. Die dorsale Muskulatur bewahrt im Allgemeinen gegenüber der volaren einen primitiveren und einfacheren Charakter. Ich vermag demnach das Pisiforme nur als ein Sesambein in der Sehne des Ulnaris internus zu betrachten, analog dem oben beschriebenen radialen

Sesambein bei Ornithorhynchus, das unter besonderen Umständen sich progressiv weiterentwickelt.

Bei einem Vergleich des Urodelen- und Säugerkarpus komme ich mit BAUR zu dem Schlusse, dass das Naviculare carpi normal zwei Elemente enthält, ein proximales (bezw. ulnares) Centrale und ein Radiale, welch letzteres ich aber entgegen der BAURschen Auffassung nicht als identisch mit dem radialen Sesambein des Säugerkarpus ansehe. Wenn das radiale Sesambein in die Tuberositas navicularis einbegriffen ist, so setzt sich das Naviculare eben aus 3 Elementen zusammen. Schon von RAMBAUD und RENAULT (1867) sind für das Naviculare zwei Ossifikationspunkte als normal nachgewiesen. Die besonders neuerdings von PFITZNER und THILENIUS gesammelten Fälle von Naviculare bipartitum sind Belege für unsre Auffassung, zumal das radiale Sesambein zwischen Naviculare und Trapezium gelegentlich ausser dem radialen und ulnaren Stücke des Naviculare vorhanden war.[1]) — Das Lunatum der Säuger entspricht dem Intermedium der Urodelen, das Triquetrum dem Ulnare.

Am Fusse sucht v. BARDELEBEN die Reste eines verloren gegangenen Prähallux in der oft vom Naviculare tarsi abgetrennten Tuberositas navicularis, ferner in dem medialen und plantaren Abschnitt des Entocuneiforme, der ebenfalls durch Naht oder Gelenk gegen den dorsalen Abschnitt abgesetzt sein kann, endlich in dem tibialen und plantaren Teil des Metatarsale I. Der Postminimusrest soll durch das Tuber calcanei repräsentirt sein. — Bei den Urodelen ist augenscheinlich bereits eine tibiale Zehe zu Grunde gegangen, denn abgesehen davon, dass KEHRER bei Cryptobranchus das Rudiment einer noch vor der ersten Zehe gelegenen Zehe entdeckt hat, finden sich die Hinweise darauf sowol in der langen wie in der kurzen Beuge- und Streckmuskulatur. Bezüglich der langen Beuger verweise ich auf die pg. 141 [227] und 159 [245] gegebene Beschreibung, aus der wir ersehen, dass der Plantaris superficialis maior und der Plantaris pro-

---

[1]) WIEDERSHEIM deutet in seinem Lehrbuch der vergleich. Anatomie (II. Aufl. 1886, pg. 224, Fig. 190) zwar auch eine Verschmelzung des Radiale mit einem Centrale zu einem Naviculare an, lässt aber das Centrale radial an das Radiale anstossen, statt, wie es nicht anders aus den Befunden an Urodelen und Cheloniern abstrahirt werden kann, ulnar, gegen das Lunatum hin.

fundus II sich an die Basis des Metatarsale I ansetzen; dazu ist der Fibulotibialis wol nur ein nach Schwund einer tibialen Zehe auf den Unterschenkel zurückgezogener Teil des Fibulotarsalis. Unter den kurzen plantaren Muskeln ist es vor Allen der Adductor, d. h. die am weitesten tibialwärts greifende Portion der Contrahentes digitorum, die ausser ihrem Bündel an die Grundphalange der ersten Zehe sich auch noch an die ganze Länge des Metatarsale I inserirt. Sichtlich unter dem Druck dieser Portion sind die Flexores breves profundi dieser Zehe stark zurückgebildet (vergl. Taf. XII, Fig. 16). Von den dorsalen Muskeln (pg. 173 [259]) spaltet sich aus dem Extensor digg. comm. long. ein Extensor tarsi tibialis long. an das Tarsale I ab, die Extensores digg. breves superficialis und medius gehen mit einer tibialen Portion an das Metatarsale I (Taf. XII, Fig. 25). Wie ich mir diese Insertionen entstanden denke, ist oben bei der Hand geschildert. Nun hatte ich bereits früher angedeutet, dass ich die erste Zehe der Urodelen nicht dem Hallux der Säuger, sondern einem Prähallux homologisire. Ich stütze mich dabei erstens auf die Innervation, denn der N. plantaris lateralis versorgt Haut und Muskeln tibialwärts nur bis zum fibularen Rande der dritten Zehe; zweitens finden sich zwischen dem Metatarsale I und der Tibia nur ein Tibiale und ein Tarsale I, während bei den Säugern zwischen Halluxmetatarsale und Tibia drei Skeletelemente eingeschaltet sind. Dem letztern Grund könnte man ja wol entgegenhalten, dass durch eine Änderung in der Stellung des Fusses das Tibiale ausser Kontakt mit der Tibia gekommen sei. Das würde aber noch nicht eine Reduktion des Tibiale motiviren, wie wir sie thatsächlich bei den Nagern, den einzigen Säugern, die nach FLEISCHMANN normal ein freies Tibiale zu besitzen scheinen, antreffen. Das Tibiale liegt dort medial am Talus und Naviculare und steht ausserdem mehr oder weniger zu dem Entocuneiforme in Beziehung. „Dass es durch Teilung des Naviculare entstanden sei“, sagt FLEISCHMANN, „wird durch seine Verbindung mit dem Naviculare und seine Lagerung am Astragalus sehr wahrscheinlich, der sichere Nachweis ist aber noch nicht erbracht.“ Ich glaube weniger, dass es durch Teilung aus dem Naviculare hervorgegangen, sondern vielmehr, dass es noch nicht wie bei den übrigen Säugern mit dem Naviculare verschmolzen ist, und würde eher die gelegentlich beim Menschen vollständig vom Naviculare

abgelöste Tuberositas für das Rudiment eines Tibiale halten. Am Medial- und Distalrand des Tibiale der Nager (ausser Subungulaten und Lagomorphen) hängt in Form einer breiten Platte (Cercolabes, Sphiggurus, Castor) oder linsenförmig (Hystrix, Spermophilus, Arctomys) ein Sesambein. Bei den Beutlern ist es im Tarsus von Didelphys virginiana, D. marsupialis, D. aurita und Phascolarctus vorhanden, da aber ohne Tibiale, medial am Entocuneiforme. Es ist nicht ersichtlich, ob Fleischmann dieses Sesambein (wie Baur früher) als Rudiment eines Prähallux auffasst. Nach Albrecht ist es bei Castor durch Bindegewebe, nicht gelenkig, mit dem Tibiale und dem Metatarsale I in Verbindung und entspricht der Phalanx eines Prähallux, während das Tibiale ein distales Tarsale und ein Metatarsale in sich begreifen soll.

Bei Ornithorhynchus spricht das Verhalten der langen und kurzen Zehenstrecker für den Verlust eines Prähallux. Der mit dem Extensor digg. longus in der gleichen Schicht liegende Extensor hallucis longus schickt eine Sehne an die Basis des 1. Metatarsale, der Extensor digg. brevis spaltet eine Sehne an das Naviculare ab. Beide Sehnen stehen aber in keiner Verbindung mit den Bildungen, die man wol als Prähallux zu bezeichnen geneigt sein könnte. Bekanntlich tritt bei Ornithorhynchus in der Fersengegend der sog. Sporn mit einem langen, starken Nagel aus der Sohle hervor. Dieser Nagel unterscheidet sich von den echten Zehennägeln durch den Mangel eines Falzes und durch seine geschlossene konische, nicht konkave Gestalt. Er sitzt auf einem starken, kurzzylindrischen Knochen, der seinerseits tarsalwärts ausgehöhlt den Ausführungsgang der mächtigen Inguinaldrüse deckt und an den Rändern syndesmotisch mit einer grossen Knochenplatte verbunden ist. Diese Platte überlagert neben Nerven und Gefässen die Sehnen des Flexor digg. tibialis und des Tibialis posticus auf ihrem Wege nach der Planta und steht syndesmotisch breit mit der Dorsalfläche des distalen Tibiaendes, artikulirend mit dem medialen Höcker des Talus und endlich syndesmotisch mit einem grossen Sesambein in Kontakt. Dies Sesambein wiederum sitzt artikulirend plantar zwischen Talus und Naviculare. Wir hätten somit einen im Verhältnis zu den übrigen Zehen gewaltig entwickelten, dreigliedrigen Prähallux. Aber an diese Bildung gelangt nur ein Muskel, nämlich der Tibialis posticus,

dessen Sehne sich an den medialen Höcker des Talus und tibial daran vorüber an das artikulirende Sesambein, indirekt durch distal davon abgehende Bänder an Naviculare und Entocuneiforme inserirt. Der Flexor digg. tibialis zieht fibular an dem artikulirenden Sesambein vorüber und setzt sich an ein kleines kugliges, nicht artikulirendes Sesambein zwischen Entocuneiforme und Metatarsale I (plantar zur Insertion des Tibialis posticus gelegen), dadurch auch an die Basis des letztern und ferner mit isolirter Sehne tibial und plantar an die Basis der ersten Halluxphalange. — Wenn man nun auch von den geschilderten „überzähligen" Skeletelementen das artikulirende Sesambein als Prähalluxrudiment, d. h. als Rest eines Tibiale, auffassen kann, so ist ein Gleiches m. E. für die darauf sitzenden beiden Knochenstücke unstatthaft, und man wird diese Stücke nur als adaptative Bildungen ansehen dürfen. Auch das Sesambein in der Sehne des Flexor digg. tibialis hat zu einem Prähallux keine Beziehungen, denn es ist von dem artikulirenden Sesambein vollkommen unabhängig. Nimmt man das letztere als Rudiment eines Tibiale, so wäre seine plantare Lage leicht aus dem Zuge des Tibialis posticus, dem von der dorsalen Seite her kein Muskel kompensirend entgegenwirkt, zu erklären. Doch sehen wir vorläufig noch von einer solchen Annahme ab.

Bei Castor (Fötus) finde ich den distalen platten Knorpel, wie es Albrecht angibt, syndesmotisch proximal mit dem Tibiale, distal mit dem Metatarsale I in Verbindung. Unter einem Zipfel der Plantarfaszie setzt sich von Muskeln nur der Flexor digg. tibialis, u. zw. ausschliesslich, daran fest. Der Tibialis anticus geht teils dorsal an das Entocuneiforme, teils unter der Knorpelplatte weg tibial plantar an Entocuneiforme und Kapsel des 1. Tarsometatarsalgelenks. Der Tibialis posticus setzt sich nicht an das Tibiale, sondern an einen rundlichen Sesamknorpel plantar unter dem Tibiale und von da an das Entocuneiforme. Die kurzen Beugemuskeln des Hallux bleiben ohne jede Beziehung zu der Knorpelplatte. — Didelphys philander zeigt mir einen am proximalen Abschnitt des Entocuneiforme eingelenkten, tibialwärts etwas abstehenden, platten Knorpel, der nicht von langen Muskeln zur Insertion benützt wird. Nur ein Zipfel der Plantarfaszie heftet sich daran. Dagegen entspringt ein Teil der kurzen Flexoren des Hallux von seiner distalwärts schauenden Fläche. Der Tibialis posticus endet plantar am

Naviculare, der Tibialis anticus geht zwischen dem Knorpel und dem Metatarsale I an die tibiale Fläche des Entocuneiforme. Bei Castor wie bei Didelphys ist die Sohlenhaut über dem marginalen Knorpel zu einem grossen Tastballen erhoben.

Lassen sich aus diesen drei Beobachtungen auch keine weitgehenden Schlüsse ziehen, so liegt es doch nahe, das artikulirende Sesambein an der Basis des Sporns bei Ornithorhynchus mit dem Sesambein unter dem Tibiale bei Castor zu homologisiren, denn an beide inserirt sich der Tibialis posticus. Nun besitzt aber Castor ausser diesem Sesambein ein gut entwickeltes Tibiale neben einem kleinen Naviculare (Centrale), Ornithorhynchus nur ein breites Naviculare, in dem Tibiale und Centrale vereinigt sein können, sodass wir also nicht wol das artikulirende Sesambein des Ornithorhynchus einem Tibiale gleichstellen dürfen. — Das distale Sesambein in der Sehne des Flexor digg. tibialis bei Ornithorhynchus scheint wegen der gleichen Beziehung zu dem gleichen Muskel dem platten Knorpel bei Castor homolog zu sein und dieser wieder wegen seiner Lage der Knorpelplatte bei Didelphys; alle drei haben keine oder doch, wie bei Castor, nur sehr oberflächliche Beziehungen zu dem Tibiale. Ich zweifle daher, ob man sie als Rudimente eines Tarsale distale ansprechen soll. Jedenfalls wären sie dann in ihrer jetzigen Form bei Castor und Didelphys auch erst (tertiär) progressiv, adaptativ weiterentwickelt, und Reste eines Metatarsale oder gar einer Zehe wären nach meiner Auffassung der früheren Reduktionsvorgänge nicht zu erwarten.

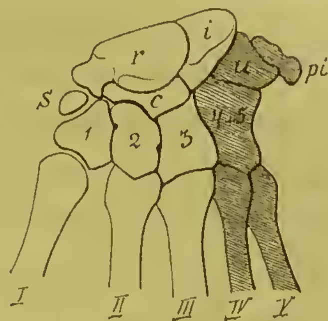
Gegen v. Bardelebens Homologisirung des Entocuneiforme secundarium beim Menschen mit einem Tarsale distale des Prähallux ist verschiedenes einzuwenden, ganz besonders die Grösse im Verhältnis zu dem sehr reduzierten Tibiale und die plantare Lage zwischen Naviculare und Metatarsale I, während man nach den Muskelbeziehungen eher ein tibiales Vorspringen und eine proximalwärts gerichtete Verschiebung vermuten sollte. Mit der Anschmelzung eines rudimentären Prähalluxmetatarsale an das Metatarsale I vermag ich mich gar nicht zu befreunden. Damit würden wir uns ja der „binären Komposition“ des Hallux (und Pollex) nach Foltz wieder nähern. Ist die Annahme haltbar, dass die Tuberositas des Naviculare ein angeschmolzenes Rudi-

ment eines Tibiale darstellt, so können wir auf das Vorhandensein weiter distal gelegener Prähalluxelemente verzichten.

Ohne aber auf eine Entscheidung in diesen Punkten zu bestehen, dürfen wir, glaube ich, mit Bestimmtheit behaupten, dass der Hallux der Säuger nicht der ersten, sondern der zweiten Zehe der urodelen Amphibien entspricht. Da nun den Urodelen aller Wahrscheinlichkeit nach bereits eine Zehe am tibialen Fussrand verloren gegangen ist, so folgt für die Säuger eine Reduktion zweier Zehen vor dem Hallux gegenüber den primitiven Verhältnissen bei einem allerdings noch nicht bekannten Uramphibium. Der vorläufige Mangel einer solchen Urform kann uns nicht hindern, auf ihr ehemaliges Bestehen zu schliessen.

Der Fuss der Urodelen besitzt in vollster Ausbildung nur 5 Zehen, sodass wir nach dem eben ausgeführten fibular nur ein Homologon der vierten Zehe der Säuger vorfinden und das Homologon der fünften Zehe fortgefallen denken müssen. Durch Wiedersheim und Kehrer sind die Spuren dieser geschwundenen fibularen Zehe nachgewiesen: bei Cryptobranchus und Ranodon sibiricus ist ein rudimentäres Tarsale VI zwischen Fibulare und Tarsale V eingelenkt, und zwar ganz in der gleichen Weise wie bei Salamandrella, die nur 4 Zehen besitzt, das rudimentäre Tarsale V. In der Muskulatur spricht sich der Verlust einer fibularen Zehe teils in den langen Streckern, teils u. zw. noch deutlicher in den kurzen plantaren Muskeln aus. An die fibulare Seite des Metatarsale V setzt sich ein zu einem Opponens reduzirter Contrahens der geschwundenen Zehe, während der Contrahens dig. V normal an die Tibialseite der Basis der Grundphalange geht. Die fibulare Hälfte des Flexor brevis profundus ist ebenfalls zu einem Opponens geworden, der sich an die proximale Hälfte des Metatarsale V plantar inserirt. Ein dritter Opponens endlich vom Rand des Tarsale V entspringend und sich an die proximale Hälfte des Fibularrandes des Metatarsale V ansetzend, repräsentirt augenscheinlich den Rest des Flexor brevis profundus der sechsten Zehe. Der Abductor dig. V kommt von dem distalen Ende der Fibula und inserirt sich mit 3 Bündeln an das Fibulare, Tarsale V und die fibulare Ecke der Basis der Metatarsale V. (Vergl. Taf. XII, Figg. 16 u. 17). Der analoge Abductor dig. V an der Hand entspringt vom Ulnare und Carpale V und setzt sich an Collum des Metatarsale V und Basis der Grundphalanx. — Am Fusse der Säuger und des Menschen

vermisse ich die Zeichen einer fibularen Reduktion in der Anordnung der Muskulatur, in deren Innervation im Verhältniss zur Innervation der Zehenhaut und ebenso im Skelet. Die Tuberositas calcanei kann nicht als Rest eines Postminimus angesehen werden: die Muskeln, die v. Bardeleben dem Postminimus zuteilt, haben teils erst sekundär ihre Beziehungen zum Calcaneus gewonnen, wie der Plantaris long. und der Gastrocnemius oder haben ihre primitive Insertion beibehalten wie der Peroneo-calcaneus. Dieser stellt noch einen Rest der Insertion des proximalen fibularen Bündels des Extensor digg. comm. longus der Urodelen, des nachmaligen Peroneus longus, dar. Das von Spronck (1887) beobachtete Auftreten einer isolirten Tuberositas metatarsi V bei einem hyperdaktylen Neugebornen ist auch nicht zu Gunsten eines verlorenen Postminimus zu verwerten.



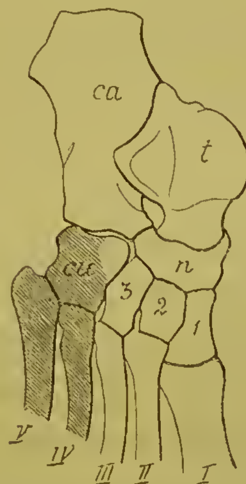


Fig. 16.

Karpus eines Innus nemestrinus.

r Naviculare, *i* Lunatum, *u* Triquetrum, *pi* Pisiforme, *s* radiales Sesambein, *c* Centrale.

Fig. 17.

Tarsus vom Menschen.

ca Calcaneus breit in Kontakt mit *n* Naviculare; *t* Talus, *cu* Cuboides.

Wir kommen also zu dem Ergebnis, dass im menschlichen Fusse eine Reduktion um volle zwei Zehen am tibialen Rande vorliegt, dass dagegen bis jetzt keine Thatsache zur Annahme einer Reduktion am fibularen Rande berechtigt.

Vergleichen wir den Tarsus der Urodelen mit dem der Säuger und des Menschen, so werden wir das Intermedium ohne Weiteres dem Talus homologisiren können. Das Naviculare tarsi entspricht dem distalen Centrale, während das proximale Centrale mit dem Fibulare sich zur Bildung des Calcaneus vereinigt, wie ja bekanntlich der Calcaneus von 2 Punkten aus ossifizirt. Das Tibiale erscheint nur noch bei den Nagern als normales, isolirtes Tarsuselement, sonst ist es wahrscheinlich in der Tuberositas navicularis zu suchen. Das Tarsale I der Urodelen

hat am Säugerfuss kein Homologon, das Tarsale II entspricht dem Entocuneiforme.

Bei einem Versuch, die homologen Elemente in Karpus und Tarsus festzustellen, haben wir uns zu erinnern, dass sich an beiden Extremitäten die terminalen Abschnitte in analoger Weise hauptsächlich aus den kaudalen, zur Extremitätenbildung verwandten Metamerenabschnitten entwickelt haben, und dass wir deshalb auf komplete Homologien nur in beschränktem Masse rechnen dürfen. Zugleich müssen wir die analoge Reduktion von zwei Fingern bezw. Zehen am ursprünglich kranialen Hand- und Fussrand berücksichtigen. Aus der Innervation geht hervor, dass bei antitroper Vergleichung 4. und 5. Finger keine Homologa am Fuss und vice versa 4. und 5. Zehe keine an der Hand besitzen. Nimmt man also diese beiden Finger nebst ihren Metakarpalien und den distalen Karpalien, dem Hamatum, aus der Hand weg und lässt das zugehörige Carpale proximale, das Triquetrum, sich entsprechend reduziren, so tritt die Ulna an das Lunatum, der Triquetrumrest legt sich an den Kopf des Capitatum, den wir schematisch als (distales) Centrale abgetrennt denken können, und es entsteht eine unverkennbare Aehnlichkeit mit dem tibialen Fussrand (vergl. Textfigg. 16 u. 17). Die Durchführung des Vergleiches ist dann nicht schwer und es ergiebt sich:

Naviculare = { Radiale	: Fibulare } = Calcaneus.
Centrale proximale	: Centrale proximale
Lunatum = Intermedium	: Intermedium = Talus.
Triquetrum = Ulnare	: Tibiale = Tibiale der Nager (Tuberositas navicularis tarsi).
[Os trigonum carpi PFITZNER	: Os trigonum tarsi BARDELEBEN].
Centrale (Kopf des Capitatum) = Centrale distale	: Centrale distale = Naviculare tarsi.
Körper des Capitatum = Carpale III	: Tarsale I = Entocuneiforme.
Trapezoides = Carpale II	: Tarsale II = Mesocuneiforme.
Trapezium = Carpale I	: Tarsale III = Ektocuneiforme.
Hamatum = Carpalia IV + V	: Tarsalia 0 + 00 = (Tibiales Sesambein d. Säuger??).
Radiales Sesambein (Präpollex) = Carpale 0	: Tarsale IV = Cuboides tibial.
Carpale 00	: Tarsale V = Cuboides fibular.

C. Die Vergleichung der Nerven.

Durch die ausführliche Vergleichung der Muskulatur ist auch bereits im Wesentlichen fixirt, welche Nerven ich an beiden Extremitäten einander homologisire. Doch schulde ich noch Rechenschaft darüber, dass ich bei der antitropen Gegenüberstellung der Plexus gerade den 7. Cervikalnerven gegenüber dem 4. Lumbarnerven lege. Die erste Veranlassung dazu gaben die Verhältnisse im Plexus brachialis des Gorilla, indem da auf der rechten Seite der 7. Cervikalnerv sich spaltete ganz ähnlich dem normalen N. furcalis im Plexus lumbosacralis, sodass eine kraniale und eine kaudale Portion des Plexus je Bestandteile des Nerven, u. zw. sowol dorsale wie ventrale, erhielten. Dass ich später, nachdem ich auf Grund weiterer Untersuchungen aussprechen konnte, der N. furcalis des Beinnervengeflechts sei keine konstante Bildung, von der einmal angenommenen Art der Gegenüberstellung nicht abging, hat seinen Grund in dem guten und glatten Aufeinanderpassen besonders auch der Hautinnervationen. Betrachten wir zunächst die antitrop homologisirten Grenznerven L_1 und D_2, so sehen wir jenen als Hauptnerven für die Haut der Schenkelbeuge, diesen als Hauptnerven für die Haut der doch zweifellos homologen Oberarmbeuge d. h. der Achselhöhle. Zugleich geben beide Nerven keine Muskelzweige an die Extremität ab. Ganz ähnlich verhält es sich am entgegengesetzten Ende des Plexus. Die Nerven für die Haut über der kaudalen Gesässpartie, speziell über dem Glutaeus maximus, stammen aus S_1S_2, gelegentlich auch noch aus S_3, die für die Haut über dem Deltoides aus C_4C_5, gelegentlich auch noch aus C_3. Man hat sich freilich gewöhnt, die Nn. supraclaviculares als nicht zur kranialen Extremität, wenigstens nicht als zum Armgeflecht gehörig zu betrachten, aber mit wenig Recht. Denn einzelne von ihnen gehen weit auf den Arm herab: ich habe sie distalwärts selbst bis zum lateralen Abschnitt der Ellenbeuge verfolgen können. Wenn auch ihre Beziehungen zum eigentlichen Plexus nur locker erscheinen, lockerer als z. B. die des N. cutan. clunium medialis oder des Ileoinguinalis sind sie nicht. Weil sie nur auf die Extremitäten übergreifen, ohne sich ausschliesslich daran zu verzweigen, und im Grunde mehr neben als in dem eigentlichen Plexus gelegen sind, habe ich für diese Nerven früher den

Namen „Nerven der Uebergangszone“ oder kurz „Uebergangsnerven“ vorgeschlagen.

Bei einem Versuche, die Nerven der beiden Extremitäten miteinander zu homologisiren, wirkt einigermassen störend der Umstand, dass die grossen Nervenstämme an der kranialen Extremität nicht ohne Weiteres entsprechenden Stämmen an der kaudalen Extremität gegenübergestellt werden können; die Nerven homologer Muskeln verlaufen nicht überall in homologen Bahnen. Welche Ursachen in Frage kommen, dass gerade die grösste Masse der Nerven an beiden Extremitäten analog metazonal verläuft, dürfte nicht ganz einfach zu beantworten sein. Ebenso fehlt uns noch die Erklärung für die abweichende Anordnung der Nerven bei niedern und höhern Vertebraten, worauf bei der Besprechung der Muskulatur des öfteren hingewiesen worden ist. Wenn wir erst, wie jetzt für den Menschen, genaue Daten über den Bau der Plexus und die Innervation der einzelnen Muskeln in ausreichender Anzahl, dazu entsprechende ontogenetische Untersuchungen aus den übrigen Klassen und Ordnungen der Wirbeltiere besitzen werden, lässt sich vielleicht entscheiden, wodurch die Umordnung von Nervenfasern, das Uebergehen in andere Bahnen bedingt wird. — Weitere Bemerkungen werden wir zweckmässig an die Abhandlung der einzelnen Homologien knüpfen.

Von den ventralen Nerven werden die Nn. thoracici anteriores der Säuger und des Menschen bei den Amphibien durch den N. supracoracoideus und die Nn. pectorales repräsentiert; man kann sogar noch weiter gehen und den N. supracoracoideus dem N. thorac. anterior externus, die Nn. pectorales dem Thorac. ant. internus vergleichen. Ihre Homologa im Plexus der Beckengliedmasse sind in der Hauptsache die Nn. lumbosacrales anteriores, unter welchem Namen ich den Obturatorius, Obturatorius accessorius und die Nerven für die Rotatores fem. zusammenfasse. Auch der Nerv für den Pectineus gehört dazu, wie wir den Nerven für den muskulösen Achselbogen zu den Thoracici antt. rechnen müssen. Alle genannten Nerven sind charakterisirt durch ihren auffallenden Ursprung von der Ventralfläche des Plexus, abgesehen vom N. obturatorius accessorius, der bereits die Neigung zeigt, sich dem nächsten langen Nervenstamme anzuschliessen, und dies auch meist thut, wenn nur sein Pectineus-

abschnitt entwickelt ist. Tritt er kräftiger auf, so repräsentirt er in seiner zum Adductor longus ziehenden Portion, die sich sonst dem Obturatorius angliedert, das Homologon des N. coracobrachialis und, nach unserer Auffassung, die Nerven an den Biceps brachii, dem ein echtes Homologon an der kaudalen Extremität fehlt (s. pg. 107 [193] ff.). Umgekehrt verlaufen die Nerven zum langen Kopf des Biceps fem., zum Semitendinosus und Semimembranosus, deren Homologa bei den Amphibien im N. supracoracoideus, bei den Mammalien im Thoracicus ant. externus enthalten sind, mit dem N. tibialis, grenzen aber mit ihren Wurzeln im Plexus an die Ursprünge der Rotatorennerven, analog den Beziehungen zwischen den Ursprüngen des Obturatorius und Obturat. accessorius. Wir haben da also bereits den Uebergang von Nervenfasern aus einer Bahn in eine andre vor uns, wie sie eben erwähnt worden ist, aber hier vermögen wir zur Erklärung noch einfach die andersartige definitive Ausbildung und Lagerung der homologen Muskelgruppen an den beiden Extremitäten, dazu die Drehung des Beckens um die transversale Axe heranzuziehen.

Alle übrigen ventralen Muskelnerven sind an der kranialen Extremität in den Nn. musculocutaneus, medianus und ulnaris, an der kaudalen Extremität dagegen in dem einen N. tibialis enthalten. Die Verteilung der Fasern auf 3 Stämme an der Schultergliedmasse ist eine sekundäre, nur den Säugern eigentümliche Bildung. Bei den Amphibien, aber auch bei Reptilien und Vögeln (Fürbringer) existirt nur ein Stamm, der N. brachialis long. inferior. Bei niedern Säugern hat sich ein N. musculocutaneus (perforans) noch nicht isolirt, es bestehen nur Medianus und Ulnaris nebeneinander, die aber auch noch z. B. bei den Faultieren (Solger), beim Meerschweinchen und Hund (Höfer) aus einem gemeinsamen Truncus hervorgehen können. Ist dies schon ein atavistischer Hinweis auf die primitive Einfachheit, so sind deren noch weiter in dem bei höhern Säugern und dem Menschen, denen normal ein isolirter Musculocutaneus zukommt, auftretenden ganzen oder teilweisen Anschluss des Musculocutaneus an den Medianus und in der öfter, zuletzt ausführlich von Höfer (1892) beschriebenen Anastomose des Medianus und Ulnaris am Vorderarm zu finden. Ich habe im Hinblick auf die letztere bereits 1890 ausgesprochen, dass eine prinzipielle Trennung eines N. ulnaris und medianus

als zweier verschiedener Nerven an der kranialen Extremität unbegründet sei, dass vielmehr Medianus und Ulnaris zusammen mit dem Musculocutaneus als gleichwertige Aeste eines ventralen Armnerven aufzufassen sind, die sich gelegentlich teilweise (oder ganz) vertreten können, und dass dadurch die Wichtigkeit der Innervation für die Abgrenzung bestimmter Muskelgruppen in der Hand sehr zweifelhaft werde. v. Bardeleben gibt (1891) einer ähnlichen Ueberzeugung Ausdruck und Höfer äussert sich auf Grund eines grössern Untersuchungsmaterials in durchaus übereinstimmender Weise. Wodurch es im Laufe der phyletischen Entwicklung zur Abspaltung des Ulnaris gekommen ist, entzieht sich vorläufig unsrer Beurteilung, denn bei den Amphibien finden wir noch keine Andeutung, bei den Säugern ist aber die Ulnarisbahn schon vorhanden, ein Bindeglied fehlt. Für die Abspaltung des Musculocutaneus vom Medianus kann man an eine Einwirkung von seiten der am Humerus proximalwärts wandernden Insertion des Coracobrachialis denken. Bei einem Homologisirungsversuch der langen ventralen Muskelnerven beider Extremitäten wird man sich des früher über die Innervation der einzlen Muskeln ausgeführten zu erinnern haben und zugleich die an den Plexus deutlich hervortretenden Unterschiede in der Zusammensetzung der ventralen Muskelnerven ins Auge fassen müssen. Im Plexus brachialis entwickeln sich die langen ventralen Nervenstämme aus sämmtlichen Plexuswurzeln, im Plexus lumbosacralis dagegen nur aus den kaudalen Wurzeln. Bei antitroper Vergleichung gelangt man schon so zu dem Schlusse, dass der N. tibialis in der Hauptsache dem kranialen oder lateralen Teile des Medianus entspricht und dass nicht etwa die Nn. plantares lateralis und medialis dem Medianus und Ulnaris zu homologisiren sind. Einem Teile des Ulnaris homologe Fasern können nur im Plantaris medialis enthalten sein. Wir dürfen annehmen, dass der N. medianus in ähnlicher Weise wie der Ulnaris einen radial in die Tiefe der Vola dringenden Ramus profundus bilden würde, wenn die beiden geschwundenen Finger am Radialrand der Hand noch vorhanden wären.

Von den dorsalen Muskelnerven haben wir Suprascapularis und Axillaris den beiden Nn. glutaei, die Nn. subscapulares den Zweigen an Iliacus und Psoas zu homologisiren. Der Quadricepsanteil des N. femoralis entspricht dem Tricepsanteil des N. radialis,

indes der N. peroneus im grossen Ganzen dem Vorderarm- und Handabschnitt des N. radialis vergleichbar ist. Hier zeigen uns also die dorsalen Nerven der Beckengliedmasse eine Zerlegung in zwei Stämme. Die urodelen Amphibien besitzen bereits eine derartige Trennung prozonaler und metazonaler dorsaler Nerven, doch ist die Anordnung eine andre, da nur der Sartorius und Iliacus von prozonalen, der Rectus dagegen von metazonalen Nerven versorgt wird. Die von den übrigen Säugern abweichenden Verhältnisse bei Ornithorhynchus sind gelegentlich der Besprechung der Extensoren am Unterschenkel erwähnt. Der prozonale N. collateralis fibularis, der dort noch den Tibialis anticus und einen Teil des Extensor hallucis longus versorgt, daneben aber mit dem N. peroneus anastomosirt, erinnert an das Verhalten des Radialis am Oberarm der Säuger, wo ein Zweig über die Dorsalfläche des Condyl. lateralis humeri in den der Extensorengruppe des Vorderarms angehörigen Anconaeus IV tritt, noch mehr aber an den Radialisast bei Hatteria (Brooks), der auf dem genannten Wege zum Dorsum antebrachii gelangend noch den Ulnaris externus und zum Teil die tiefe Masse des Supinator mit Zweigen versieht, um zuletzt sich wieder mit dem N. interosseus posterior zu verbinden. Der tiefe Ast des N. radialis geht um den Hals des Radius auf das Dorsum antebrachii wie der homologe tiefe Peroneus um die homologe Fibula, ein Weg, der sich bei der antitropen Homologisirung der Extremitäten als ganz selbstverständlich herausstellt, den Syntropisten dagegen unüberwindliche Schwierigkeiten bereiten muss. —

Bevor wir zu einer Vergleichung der Hautnerven im Einzelnen übergehen, ist es zweckmässig, die Grenzlinien der dorsalen und ventralen Innervationsgebiete an beiden Extremitäten festzulegen. Für die kaudale Extremität habe ich es bereits in meiner Abhandlung über den Plexus lumbosacralis gethan. Dort heisst es (pg. 100): „Wenden wir .... für die Extremitäten unsere .... Auffassung der Plexusnerven an, so lässt sich von der Austrittsstelle des Ram. lateralis des Ileohypogastricus aus die laterale Mittellinie des Rumpfes nach dem Medialrand der Patella, von da entlang der Crista tibiae zum Medialrand des Fusses und rückläufig vom Lateralrand des Fusses und der Ferse, entlang der Achillessehne, medial am Köpfchen der Fibula vorüber gegen das Tuber ischii verfolgen, von wo sie mit distaler

Konkavität gegen das Steissbein hin ausläuft. Dass diese Linie die einzig praktikable für die distale Extremität ist, wird man schon daraus entnehmen, dass durch sie das Gebiet der dorsalen Hautnerven vollständig von dem der ventralen geschieden wird. Und projizirt man die Linie auf die tiefen Teile, so werden in der Muskulatur dorsale und ventrale Gruppen ziemlich rein abgesetzt. Man ersieht auch ohne Weiteres den Grad der Einwärtsrotation, durch welche die Extremität aus der phylo- und ontogenetisch primitiven Stellung in die definitive Lage zum Körper gekommen ist." Ich zitire deshalb so ausführlich, weil PATERSON (1893) augenscheinlich diesen Passus missverstanden hat und mir eine „arbitrary delimination" zum Vorwurf macht, nach der ich den präaxialen Rand der Extremität „from the front of the pubis to the inner border of the patella" gezogen haben soll. Davon ist in den obigen Sätzen doch nicht die Rede, vielmehr fällt die „präaxiale" Grenzlinie, wie ich es in der gleichen Arbeit auf pg. 29 bereits ausgesprochen hatte, mit dem Verlauf des Sartorius ungefähr zusammen; was an Haut lateral davon liegt, wird von dorsalen, was medial liegt, von ventralen Derivaten des Plexus lumbaris versorgt. Nach PATERSON ist der präaxiale Rand der Extremität „ein natürlicher Rand vom medialen Fussrand über den medialen Knöchel, in der Linie der V. saphena magna, längs dem Medialrand der Tibia, dem Condylus medialis fem., der medialen Kante des Sartorius zur Leistengegend" (to the groïn); der „postaxiale" Rand läuft längs dem Lateralrand des Fusses über den lateralen Knöchel, dorsal über das Capitulum fibulae, längs der Aussenseite und Rückfläche des Schenkels zum Distalrand des Glutaeus maximus und von da gegen das Steissbein. Ich vermag diese Begrenzung nicht anzunehmen, weil ich nicht wie PATERSON die Konzession mache, dass dorsale und ventrale Nerven über die Grenzlinien hinausgreifen können, sondern an diesen Linien nur Anastomosen zwischen dorsalen und ventralen Nerven zugestehe. — Für die kraniale Extremität ist nach dem gleichen Prinzip die Abgrenzung der dorsalen und ventralen Hautpartien gleich einfach zu bestimmen. Die Grenzlinie verläuft von der Mohrenheimschen Grube etwa entlang der V. cephalica humeri und dem Volarrand des Brachioradialis zum distalen Ende des Radius und längs der Sehne des Abductor poll. long. auf den radialen Rand der Hand; dann weiter vom

ulnaren Rand der Hand dorsal über das Capitulum ulnae hinweg längs der dorsalen Kante der Ulna über das Olekranon und den Condylus medialis hum., entlang dem Lig. intermusculare mediale gegen den Rand des Latissimus, um ventral zu diesem in die laterale Mittellinie des Rumpfes einzubiegen. Die laterale Mittellinie des Rumpfes wird durch die Austrittsstellen der Rami perforantes laterales der Interkostalnerven markirt. Abduzirt man die supinirte und gestreckte kraniale und die maximal auswärts rotirte und ebenfalls gestreckte kaudale Extremität rechtwinklig vom Rumpfe, so fallen die Grenzlinien an den Extremitäten ziemlich genau in die gleiche Ebene mit der lateralen Mittellinie des Rumpfes.

An der Schultergliedmasse verbreiten sich nun von ventralen Hautnerven längs der kranialen Grenzlinie der Reihe nach: ventrale Zweige der Nn. supraclaviculares (C_4), N. cutan. brachii lateralis ($C_5C_6[C_7]$), Medianus an Daumen (C_6C_7), — längs der kaudalen Grenzlinie: N. ulnaris an Kleinfinger ulnar (C_8D_1), Cutan. brachii medius (C_8D_1), Cutan. brachii medialis, Ventralportion ($[C_8]D_1$), Intercostohumeralis, Ventralportion ($[D_1]D_2$), Ram. perforans lat. N. dorsalis III, Ventralportion an Achselhöhle medial und Haut über dem Distalrand des Pectoralis maior. An der Beckengliedmasse folgen einander bei antitroper Vergleichung der Extremitäten längs der kaudalen Grenzlinie: N. cutan. perinei lateralis von N. cutan. fem. post. medialis (S_2S_3), Cutan. fem. posticus medialis ($S_1S_2S_3$), N. communicans tibialis (S_1S_2), Plantaris lateralis an Kleinzehe (S_1S_2), — dann rückwärts längs der kranialen Linie: Plantaris medialis an Grosszehe tibial (L_4L_5), Saphenus (L_3L_4), Cutan. fem. ant. medialis (L_2L_3), Lumboinguinalis Ventralportion (L_1L_2), Ram. iliacus des N. ileohypogastricus Ventralportion ($[D_{12}]L_1$). — Für die dorsalen Hautnerven ergibt sich eine ganz übereinstimmende Reihenfolge. An der kranialen Extremität finden wir längs der kranialen Grenzlinie nach einander: dorsale Zweige der Supraclaviculares (C_4), Cutan. humeri (C_5C_6), Cutan. brachii post. inferior (C_5C_6, in dessen langem Ast $C_6C_7C_8$), Radialis superficialis an Daumen radial (C_6C_7), an Dorsum manus (C_7C_8), — und rückwärts entlang der kaudalen Grenzlinie: Cutan. post. inferior (wesentlich C_8), Cutan. brachii post. superior (C_8), Cutan. brachii medialis Dorsalportion (C_8D_1), Intercostohumeralis Dorsalportion ($[D_1]D_2$),

Ram. perforans lat. thorac. III Dorsalportion. An der Beckengliedmasse treten nach einander an den Kaudalrand: N. cutan. clunium medialis s. perforans lig. sacrotuberosi (S_2S_3), Cutanei clun. inff. laterales (S_1S_2), Cutan. fem. post. lateralis ($[L_5]S_1S_2$), Peroneus incl. Communicans fibularis ($L_5S_1S_2$), Peroneus superficialis ($L_4L_5S_1$), Cutan. fem. anterior medius ($L_2L_3L_4$), Cutan. fem. ant. lateralis (L_2L_3), Lumboinguinalis Dorsalportion (L_1L_2), Ram. iliacus Ileohypogastrici ($[D_{12}]L_1$).

Aus dieser Aufzählung ist leicht ersichtlich, welche Hautnerven homologisirt werden können, wenn auch die Fasern zu homologen Stellen nicht immer in homologen Bahnen verlaufen. Es entsprechen einander aber ziemlich genau unter den dorsalen Nerven:

1) Dorsalabschnitt des Ram. perforans lat. thorac. III	und Dorsalzweig des Ram. iliacus Ileohypogastrici,
2) Dorsalabschnitt des Intercostohumeralis	und Dorsalzweig des Lumboinguinalis,
3) Dorsalzweige des Cutan. brachii medialis . . .	und Cutan. fem. ant. lateralis,
4) Cutan. brachii post. superior	und Cutan. fem. ant. medius,
5) Cutan. brachii post. inferior	und Cutanei des Peroneus am Unterschenkel,
6) Radialis superficialis . . .	und Teil des Communicans fibularis, Peroneus superficialis,
7) Cutan. humeri (vom Axillaris)	und Cutan. fem. post. lateralis, Nn. clunium inff. laterales,
8) Dorsalzweige der Supraclaviculares	und Cutan. clun. inf. medialis (Perforans);

und ebenso von den ventralen Hautnerven:

1) Ventralabschnitt des Ram. perforans lat. thorac. III	und Ventralabschnitt des Ram. iliacus Ileohypogastrici,
2) Ventralabschnitt des Intercostohumeralis	und Ventralabschnitt des Lumboinguinalis,
3) Ventralzweige des Cutan. brachii medialis . . .	und Cutan. fem. ant. medialis,

4) Cutan. brachii medius . . und Saphenus,
5) Cutan. brachii lateralis . . und Communicans tibialis, Distalabschnitt des Cutan. fem. post. medialis,
6) Ventralzweige der Supraclaviculares . . . . . und Cutan. perinei lateralis, Proximalabschnitt des Cutan. fem. post. medialis.

Es ist nicht nötig, dieser Zusammenstellung noch eine spezielle Erklärung beizufügen; nur auf die an beiden Extremitäten typisch vorhandenen und homologen Anastomosen zwischen Radialis superficialis und Cutan. brachii lateralis einerseits, Communicantes fibularis und tibialis anderseits, mag noch besonders hingewiesen werden, da sie sich auch hinsichtlich der Verbreitung ihrer Endzweige sehr ähnlich verhalten. Wir werden dadurch auf die Innervationsverhältnisse der dorsalen Haut an Hand und Fuss geführt, deren Schwankungen neuerdings öfter als durch eine Art Kampf der Nerven um ihre Endgebiete verursacht, dargestellt worden sind. Höfer scheint diese Auffassung nicht zu teilen, findet aber, dass sich in dieser Erscheinung wieder die Veränderlichkeit der sensibeln Bahnen dokumentirt, „der wir ja in grösserem oder geringerem Grade überall in dem Tierreiche, speziell auch beim Menschen begegnen". Damit ständen wir also von Neuem vor der Frage, wodurch diese Veränderlichkeit der Bahnen bedingt wird. Daneben aber scheint zugleich eine Veränderlichkeit der Innervationsgebiete vorzuliegen, und als weiteres verwirrendes Moment tritt die auffallende Beteiligung der ventralen Nerven an der Versorgung dorsaler Hautpartien hauptsächlich in der Hand hervor. Nach Zander (1889) reicht das typische Innervationsgebiet des Ram. dorsalis N. ulnaris beim Menschen bis zur Mitte des Mittelfingers, radial davon befindet sich das Gebiet des Radialis superficialis bis zum Radialrand des Daumens. Aber an letzterem sind vielleicht Fasern des (ventralen) Cutan. brachii lateralis vom Musculocutaneus nicht auszuschliessen, während umgekehrt durch die Anastomosen zwischen Radialis und Ulnaris auf dem Handrücken das Gebiet des ersteren wenigstens noch auf den Ulnarrand des Mittelfingers überzugreifen scheint. Die ausgedehnteste Beteiligung ventraler Nerven, die wol bisher beobachtet ist, zeigt der Handrücken der Beutler, besonders des Thylacinus cyno-

cephalus, bei dem nach CUNNINGHAM ein oberflächlicher Medianusast die Versorgung der dorsalen Haut bis zur Radialseite des 4. Fingers übernimmt, während der Rest dem Ulnaris zufällt, sodass also der Radialis gar nicht an die Finger gelangt. Berücksichtigen wir zugleich dass auch überall, wo der Radialis die Finger erreicht, das Uebergreifen ventraler Nerven mindestens auf das Dorsum der Nagelphalanx zu konstatiren ist, so gehen wir wol nicht fehl in dem Schlusse, dass der terminale Abschnitt der kranialen Extremität zu seiner Bedeckung ventrale Haut in grösserm Umfange in Anspruch nimmt, als dies an dem entsprechenden Abschnitt der kaudalen Extremität der Fall ist. Wie soll man sich einen „Kampf" der sensibeln Nerven um ihre Endgebiete vorstellen? Wie auch nur die von ZANDER vermutete Möglichkeit, dass sich die auf dem Handrücken des Erwachsenen meist beobachtete Ueberkreuzung des Ulnaris und Radialis erst postembryonal entwickle? Haben wir allen Grund an der von vornherein angelegten Nerv-Muskeleinheit festzuhalten, so sehe ich auch kein Argument gegen den primitiven Zusammenhang der sensibeln Nervenfaser und ihres Hautbezirks. Wäre das Gegenteil der Fall, so stünde ja einem allgemeinen Durcheinander in der Hautinnervation Thür und Thor offen. Man vermag sich nun aber ohne Schwierigkeit vorzustellen, dass sich die zur Bedeckung der Extremitätenanlage vorhandene Hautfalte in ihrem dorsalen Abschnitt bei dem einen Individuum in proximo-distaler wie in kranio-kaudaler Richtung schmaler, bei dem andern breiter entwickelt, und dass somit die dorsalen Hautnerven das eine Mal bis dicht an die distale Kante der Falte heranreichen, das andre Mal etwas proximal davon bleiben. Zugleich sprechen alle bekannten Thatsachen dafür, dass weder beim Menschen noch bei den Säugern das dorsale Gebiet irgendwo breit genug angelegt wird, um die ganze Hand- und Fingerrückenfläche bedecken zu können. Unsre oben angegebene dorsoventrale Grenzlinie würde also an der Schultergliedmasse niemals mit dem radialen und ulnaren Handrand zusammenfallen, sondern beim Menschen am Distalende ihres kranialen Abschnitts dorsal über den Proc. styloides radii auf die Hand herabsteigen, etwa längs der Sehne des Extensor pollicis long. zum Daumen und an dessen Radialrand bis zur Nagelphalange verlaufen, sich dann an der Nagelwurzel ulnarwärts wenden, über die Endphalange des Index, proximal zur

Nagelwurzel, und über das 2. Phalangealgelenk des Medius schneiden, dann am Ulnarrand des Medius proximalwärts umbiegen und über den Handrücken und das Capitulum ulnae in den Kaudalabschnitt übergehen. Bei den Beutlern, besonders in dem extremen Falle bei Thylacinus, erfolgt das Umbiegen des kranialen Abschnitts der Grenzlinie in den kaudalen bereits auf der Mittelhand.

Ueber die Innervation der Haut am Dorsum des Fusses und der Zehen wissen wir zunächst durch ZANDER, dass die dorsalen Nerven überall die Nagelbasis erreichen, demnach eine Verschmälerung des dorsalen Hautgebietes in proximo-distaler Richtung bei der embryonalen Anlage nicht stattfindet. Auch in kranio-kaudaler Richtung tritt verhältnissmässig nur selten eine Beschränkung in der Ausbreitung der rein dorsalen Nerven hervor, wie wir aus dem Bericht des englischen Komités für anatomische Sammelforschung ersehen. Danach erscheint als Normaltypus eine Versorgung der Zehen vom Tibialrand des Hallux bis zum Tibialrand der Kleinzehe durch den N. peroneus (superfic. und profundus); der Fibularrand der Kleinzehe erhält Zweige vom Suralis, der Tibialrand des Fusses bis an die Basis des 1. Metatarsale vom Saphenus. Der Saphenus, also ein rein ventraler Nerv, erreichte nur einmal unter 229 Fällen die tibiale Seite der Grosszehe, der aus dorsalen und ventralen Fasern zusammengesetzte Suralis innervirte dagegen in etwas mehr als 26 % der Fälle die Zehen noch bis zum Fibularrand der dritten. Leider ist nicht angegeben, wie sich in den einzelnen Fällen der Communicans fibularis in der Stärke zum Communicans tibialis verhielt. Denn der erstere zeigt in dieser Hinsicht ziemlich grosse Unterschiede, und ich habe meist gefunden, dass er besonders kräftig erschien, wenn eine stärkere Beteiligung des Suralis an der Zeheninnervation vorlag, sodass ich stets den Eindruck erhielt, als wären Fasern, die sonst in der Bahn des Peroneus superficialis verlaufen, in den Communicans fibularis verlagert. Dieser Punkt würde bei einer Fortsetzung der Beobachtungen über die Innervation der dorsalen Fusshaut noch besonders ins Auge zu fassen sein, und ferner würde zu einer Klärung der Angelegenheit wenigstens der Versuch gemacht werden müssen, die Anastomose der beiden Communicantes (ebenso wie die zwischen Cutan. brachii lat. und Radialis superficialis) präparatorisch aufzulösen.

Die eben besprochenen Schwankungen in der Innervation des Hand- und Fussrückens sind nun nicht nur nicht im Stande, unsre Vorstellung über die antitrope Homologie der Extremitäten zu erschüttern, sondern zeigen sich ihr sogar bis zu gewissem Grade günstig. Denn halten wir daran fest, dass die drei radialen Finger den drei tibialen Zehen, speziell der Daumen der 3. Zehe, der Mittelfinger der Grosszehe homolog sind, so sehen wir diese 3 Finger bezw. Zehen wenigstens beim Menschen das Stammgebiet der Ausbreitung der dorsalen Hautnerven darstellen. Die Homologie lässt sich noch dadurch vertiefen, das in den Fällen, in denen der N. interosseus brachii posterior als Radialis profundus bis an die Finger gelangt, zunächst die einander zugewandten Seiten des Index und Medius von ihm versorgt werden (Turner), wie normal am Fusse die homologen Seiten des Hallux und der 2. Zehe durch den Peroneus profundus. Wie ferner neben reiner Radialisinnervation die radiale Seite des Daumens auch aus der Anastomose zwischen Cutan. brachii lateralis und Radialis superficialis mit gemischten Fasern versehen werden kann, so treten gelegentlich gemischte Fasern an die homologe Fibularseite der 3. Zehe. Wie endlich der ventrale N. ulnaris „normal“ die Ulnarseite des Mittelfingers innervirt, so geschieht es gelegentlich, wenn auch selten, durch den ventralen Saphenus mit der homologen Tibialseite der Grosszehe. Prozentzahlen haben nur eine nebensächliche Bedeutung; für den Morphologen ist es von Wichtigkeit zu wissen, nicht wie oft, sondern dass überhaupt diese Art der Innervation vorkommt. Würden an der menschlichen Hand die beiden geschwunden zu denkenden radialen Finger wieder erscheinen, so würden sie der grösseren Wahrscheinlichkeit nach von der Anastomose zwischen Radialis und Cutan. brachii lateralis, vielleicht aber auch bis zur Ulnarseite des Digitus 00 vom Radialis aus versorgt werden. Umgekehrt könnten wir am Fusse bei Wiederherstellung der beiden verloren gegangnen tibialen Zehen eine Innervation durch den ventralen Saphenus, vielleicht auch durch einen Dorsalast des Plantaris medialis erwarten.

Wir dürfen also die vorstehende Betrachtung der Nerven verlassen mit der Ueberzeugung, dass nicht nur die Muskel-, sondern auch die Hautnerven sich zwanglos zu Gunsten unsrer Hypothese von der antitropen Homologie der Extremitäten verwerten lassen.

D. Die Vergleichung der Blutgefässe.

Bei der Homologisirung der Blutgefässe an Schulter- und Beckengliedmasse haben wir vor Allem nicht nur die „normalen“ Verhältnisse zu berücksichtigen, sondern die gerade hier ausserordentlich zahlreichen Varietäten mit herbeizuziehen. Eine vergleichend-anatomische Darstellung des Blutgefässsystems auf genügend breiter Basis, die eine möglichst ausgiebige Zurückführung der Varietäten des Menschen und der höhern Säuger auf phyletisch ältere Formen gestattet, harrt allerdings noch der Bearbeitung, doch bieten die vorhandenen neuesten Beiträge von BAYER (1892) — Arterien des Oberarms —, von ZUCKERKANDL (1894) — Arterien des Vorderarms und Unterschenkels — und von POPOWSKY — Arterien der kaudalen Extremität — schon einen guten Anhalt für unsere Zwecke und für eine Beurteilung des in früheren Arbeiten gesammelten Varietätenmaterials.[1])

Dürfen wir nun auch die grossen Arterienstämme der Extremitäten bereits von ihrem Ursprung aus der Aorta als im Ganzen einander homolog betrachten, so stösst doch die Detailvergleichung der von den Anfangsstücken entspringenden Aeste auf Schwierigkeiten, da die beiden ganz verschieden entwickelten Körperenden auch noch partiell von diesen Anfangsstücken aus mit Blut versorgt werden. Wir können dann nur diejenigen Aeste, deren Lagebeziehungen zu den umgebenden Teilen übereinstimmen, homologisiren. So entspricht die A. transversa scapulae der A. glutaea superior, während die beim Menschen starke A. glutaea inferior eines Homologons an der Schulter und umgekehrt die A. circumflexa scapulae eines solchen am Becken ermangelt. Die A. ileolumbalis lässt sich noch der A. subscapularis, die A. obturatoria wenigstens teilweise der A. thoracicoacromialis vergleichen.

Im Bereich der freien Extremität ist die Homologie zwischen dem Stamm der A. brachialis und dem Stamm der A. femoralis ohne weiteres klar, denn beide Arterien verlaufen in der Rinne zwischen

---

1) Leider ging mir STIEDA'S Abhandlung „Ein Vergleich der Arterien des Vorderarms und Unterschenkels“ (Verhandl. d. Anat. Ges. 1894) erst zu, als das Manuskript bereits abgeschlossen war. Ich entnehme derselben, dass STIEDA sich jetzt ganz in Uebereinstimmung mit ZUCKERKANDL befindet.

der ventralen und dorsalen Muskulatur, und diese Rinne ist an beiden Extremitäten antitrop homolog gelagert. Von den Aesten sind die Aa. circumflexae humeri den Aa. circumflexae femoris homolog, im Speziellen die A. circumflexa hum. posterior der A. circumflexa fem. lateralis. Und wie jene bei den Arctopitheci und bei Nyctipithecus (Bayer) noch normal, beim Menschen als Varietät die A. collateralis radialis zwischen den Mm. anconaei lat. und medialis distalwärts an das Rete cubiti abgiebt, so entsendet diese zwischen den Mm. vasti lat. und medius, also auf homologem Wege, eine typische A. collateralis fibularis (Ram. musculo-articularis Krause) an das Rete genu. Die A. profunda brachii des Menschen und der höhern Affen ist ohne Homologon am Schenkel, wenn man nicht die verschiedenen Muskeläste des A. femoralis an Rectus und Vasti medius et medialis dafür nehmen will. Die A. collateralis ulnaris superior entspricht durchaus der A. articularis genu suprema, denn sie geht bei Tieren mit Foramen supracondyloideum humeri proximal zum Foramen aus der A. brachialis hervor und hält sich mit ihren Verzweigungen hauptsächlich auf der dorsalen Fläche des Epicondylus medialis bezw. der Gelenkkapsel, gerade wie die A. articularis genu suprema vor dem Adduktorenschlitz[1]) aus der Femoralis kommt und sich medial und dorsal an das Kniegelenk verzweigt. Die A. profunda femoris ist normal nicht durch ein Homologon am Oberarm vertreten. Doch existirt eine wohlbekannte Varietät, der sog. Kollateralstamm Ruges, der bei den Arctopitheci noch normal aus der A. axillaris entspringend die proximale Hälfte der ventral zum N. medianus verlaufenden A. brachialis superficialis (Bayer) darstellt. Diese giebt Muskeläste an Coracobrachialis und Biceps ab und anastomosirt proximal zur Ellenbeuge mit einem Zweige der eigentlichen A. brachialis (profunda Bayer) um dann als A. radialis auf den Vorderarm zu gehen. Dieser

[1]) Dass die Stelle des Adduktorenschlitzes dem Foram. supracondyloideum brachii zu homologisiren ist, bedarf wol kaum noch einer besonderen Begründung. Sehen wir doch auch beim Menschen an der Stelle des Foramen in allen Fällen, wo ein Teil der Insertion des Coracobrachialis oder des Pectoralis maior bis auf den Epicondyl. medialis hum. herabgreift, einen Sehnenbogen sich über die A. brachialis hinwegspannen, durch den die über das Foramen gewölbte Knochenspanne rekapitulirt erscheint.

Kollateralstamm bis zu der Anastomose ist das Homologon der A. profunda femoris, die mit ihren Zweigen ebenfalls Adduktoren und Flexoren versorgt und an ihrem Ende mit einem kleinen, rückläufigen Zweig der A. poplitea anastomosirt. Die letztere kleine Verbindung kann sich aber, gerade wie die am Oberarm, mächtiger entwickeln und bis zur Mitte des Oberschenkels aufsteigend mit den Aa. perforantes anastomosiren (Otto nach Krause). — Die A. collateralis ulnaris inferior entspricht der A. articularis genu superior medialis, indes die A. articularis genu sup. lateralis am Humerus durch einen von der A. brachialis distal entspringenden und zwischen Knochen und M. brachialis anticus lateralwärts verlaufenden Arterienzweig dargestellt wird, der lateral und ventral im Rete cubiti endet.

Wenn wir aus Zuckerkandls vergleichenden und embryologischen Untersuchungen die Ueberzeugung gewinnen, dass die arteriellen Hauptbahnen am Vorderarm des Menschen und der Säuger sich erst sekundär ausbilden, so kommen wir auch für die Arterien des Unterschenkels nach den Beobachtungen desselben Forschers und Popowskys zu dem gleichen Resultat. Die von Zuckerkandl festgestellte Homologie der A. interossea anterior, der genetisch ältesten Arterie des Vorderarms, mit der ebenfalls ältesten Unterschenkelarterie, der A. peronea, ist bereits von Stieda und Popowsky acceptirt und wird auch von mir angenommen. Ebenso schliesse ich mich dem Erstgenannten in der Vergleichung der A. mediana antebrachii mit der A. tibialis postica an. Denn abgesehen davon, dass ich die Tibia nicht dem Radius homolog erachte, sprechen auch alle übrigen Lagebeziehungen der A. tibialis post. gegen einen Vergleich mit der A. radialis profunda, wie Stieda will, aber auch gegen einen Vergleich mit der A. ulnaris nach Popowsky; denn, wie wir aus der Betrachtung der Muskulatur und der Nerven entnehmen konnten, ist der N. tibialis zum grössten Teile dem N. medianus und nicht dem N. ulnaris homolog. Auch wird in der Hand bei geringer Entwicklung oder völligem Fehlen der A. radialis der tiefe Hohlhandbogen von der A. mediana oder der A. interossea, nicht aber von der A. ulnaris als Hauptgefäss beschickt, geradeso wie der Arcus plantaris profundus durch die A. tibialis post. oder vikariirend durch die A. peronea hergestellt wird. — Die A. recurrens radialis, ein typisch, selbst bei fehlender A. radialis vorhandenes

Gefäss, ist homolog der A. recurrens tibialis posterior, die A. recurrens ulnaris der A. articularis genu inf. medialis, die A. interossea antebrachii posterior der A. tibialis antica und dementsprechend die A. interossea recurrens der A. recurrens tibialis anterior.

Die A. radialis profunda, nach ZUCKERKANDL das phyletisch jüngste arterielle Gefäss des Vorderarms, besitzt kein Homologon am Unterschenkel [1]). Dagegen ist die etwas ältere A. radialis superficialis, die am Vorderarm mit dem N. cutaneus brachii lateralis verläuft, der A. saphena parva s. suralis (POPOWSKY) zu homologisiren, denn diese schliesst sich in ihrem Verlaufe dem N. suralis an, erreicht bei den Arctopitheci noch normal den lateralen Knöchel, kann aber beim Menschen, wie in dem Falle von HYRTL noch um den Malleolus auf den Fussrücken gelangen und dort mit der A. tarsea lat. post. anastomosiren. POPOWSKY sieht allerdings wie W. KRAUSE in der den Affen noch allgemein zukommenden A. saphena magna das vollständige Homologon der A. radialis und findet, dass ich durchaus nicht Recht habe, wenn ich der Saphena magna die A. ulnaris homologisire. Vom syntropistischen Standpunkte aus muss es freilich unverständlich erscheinen, dass ich die A. saphena magna (nicht mit der normalen A. ulnaris, wie man nach POPOWSKYS kurzem Hinweis denken möchte, sondern) mit der „hoch von der A. brachialis abgehenden, den N. cutaneus medius und die Vena basilica begleitenden A. ulnaris“

---

[1]) ZUCKERKANDL bezeichnet (1894, pg. 48) meine Angabe, dass die A. radialis des Gorilla „nicht, wie in der Norm beim Menschen, auf dem Bauche des Flexor carpi radialis weiterläuft, sondern sich unter den radialen Ursprung dieses Muskels schiebt“, als nicht verständlich. Würde nichts weiteres über den Verlauf der Arterie gesagt sein, so müsste ich Z. Recht geben, denn wir finden beim Menschen normalerweise keinen Ursprung des Radialis internus vom Radius, wie dies bei meinem Gorilla der Fall war. Ich habe zwar versäumt, an der in Rede stehenden Stelle darauf hinzuweisen, meine aber doch, dass schon durch die unmittelbar folgenden Worte ein Misverständnis ausgeschlossen wird, denn es heisst weiter: „läuft zwischen ihm“ — dem Radialis internus — „und dem Ursprung des M. flex. digg. sublimis, eingeschlossen in das beide trennende starke Faszienblatt, dicht auf dem Knochen etc.“ Es handelte sich also um eine abnorm tiefe Lagerung der Arterie, wie das auch aus der wenige Zeilen später angestellten kurzen vergleichenden Betrachtung der Angaben anderer Beobachter hervorgeht.

vergleiche, „die hinter dem Epicondylus medialis auf den Vorderarm tritt“. Von meinem antitropistischen Standpunkte aus halte ich an dieser Homologisirung fest, um so mehr, als bei allen Affen mit stark entwickelter A. saphena diese als Hauptgefäss den Arcus plantaris superficialis bildet, gerade wie die A. ulnaris den Arcus volaris superficialis. —

Für die Vergleichung der Venen kommen nur die oberflächlichen Hautvenen in Betracht, da die tiefen Venen sich den Arterien anschliessen. Die V. cephalica antebrachii entspricht der V. saphena parva, die V. basilica der V. saphena magna, wenigstens am Unterschenkel, während der proximale Abschnitt der V. saphena magna am Arm, die V. cephalica humeri am Bein keine Homologa besitzen.

Es fällt bei der Betrachtung der Venen wie der Arterien auf, dass der phylogenetisch und ontogenetisch kraniale, zugleich der funktionell wichtigere Rand der Extremitäten eine entschieden analoge Ausbildung der Gefässe aufweist, die augenscheinlich durch Anpassung bedingt ist. Ich habe dabei von den Venen die langen, über die ganze Extremität laufenden Venae cephalica und saphena magna im Auge, von den Arterien die A. radialis superficialis und die A. saphena magna. Die erstern beiden sind typisch, die letztern beiden ebenso noch bei einer grossen Anzahl von Säugern und nicht allzu selten als Varietäten beim Menschen vorhanden, während ihre resp. Homologa an den kaudalen Rändern der Extremitäten, also die A. suralis und die A. ulnaris superficialis schon zu den Seltenheiten gehören.

Am Schlusse dieser Abhandlung verhehle ich mir nicht, wie gewagt es erscheinen muss, eine längst als unfruchtbar verlassene Idee wieder auszugraben, ihre Rechtfertigung zu unternehmen und damit in bewussten Gegensatz zu der herrschenden Anschauung zu treten. Denn seinen wissenschaftlichen Standpunkt gibt Niemand auf, bevor er nicht mit Ueberzeugung einen andern anzunehmen vermag. Wie weit es mir gelungen ist, überzeugend auf die Anerkennung des Vorhandenseins einer antero-posterioren Symmetrie im Bau der Schulter- und Beckengliedmassen hinzuarbeiten, unterliegt dem Urteil der Morphologen. Wyman, Wilder und Coues gebührt das Verdienst, die Begründung

dieser, in der Sache schon durch Vicq d'Azyrs Vergleichungsversuche ausgesprochenen Hypothese wesentlich gefördert und weiterer Thätigkeit in dieser Richtung die Bahn geebnet zu haben. Doch erst mit Hilfe der Innervation, die in ihrer Wichtigkeit auch speziell für die Morphologie der Extremitäten zwar längst erkannt, aber für die Vergleichung der Extremitäten bisher noch nicht entsprechend herangezogen war, ist es möglich, einen entscheidenden Schritt vorwärts zu thun. Sind kraniale und kaudale Extremität derselben Körperseite in den Grundzügen ihrer Konstruktion Spiegelbilder, so muss sich trotz der gleich bei ihrem ersten Erscheinen gegebenen Divergenz hinsichtlich der physiologischen Verwendung die Antitropie vor Allem auch in der Innervation der antitrop symmetrisch gelagerten Teile erkennen lassen. Das wird voraussichtlich am deutlichsten in den Abschnitten der Extremitäten der Fall sein, in denen die funktionelle Anpassung nicht allzu tief greifende Veränderungen geschaffen hat, und ich darf hoffen, dies bei der Vergleichung der Muskulatur an den Gürteln und den proximalen Abschnitten der Extremitäten nachgewiesen zu haben. Treffen wir dann Abweichungen im Bereiche der distalen und terminalen Abschnitte, so war eine Erklärung dafür anzustreben. Ich habe wahrscheinlich zu machen versucht, dass wiederum ausschliesslich die verschiedene Funktion die Ursache für die grossen Differenzen und anderseits auch für die zugleich ins Auge fallenden Analogien in der Ausbildung von Vorderarm und Hand, Unterschenkel und Fuss abgibt. Wir sind zuletzt, hauptsächlich unter konsequenter Ausnützung der durch die Innervationsverhältnisse gebotenen Hilfe, zu dem Resultate gelangt, dass trotz mannigfacher Schwierigkeiten im Einzlen sich ein gemeinsamer morphologischer Grundplan für kraniale und kaudale Extremität im Sinne einer antero-posterioren Symmetrie für Skelet und Weichteile feststellen lässt, dass aber bei der Verschiedenheit der physiologischen Verwendung sich an jeder von beiden Extremitäten Einrichtungen erhalten und gelegentlich weiterentwickelt haben, die an der andern verloren gegangen sind. Und von diesem Gesichtspunkte aus beurteilt dürfte eines der wesentlichsten Ergebnisse unsrer Betrachtungen, dass nämlich nur die drei radialen Finger in radioulnarer Reihenfolge den drei tibialen Zehen in fibulo-tibialer Folge homolog gesetzt werden können, für 4. und 5. Finger am Fusse, für

4. und 5. Zehe an der Hand Homologa nicht existiren, dem Morphologen in versöhnlicherem Lichte erscheinen.

Zur Beseitigung der Schwierigkeiten im Einzlen war es oft notwendig, in grössern oder kleinern Exkursen auf morphologische Spezialfragen einzugehen, bevor eine Verwertung des vorhandenen Materials möglich wurde. So entstanden die Abschnitte über die Extremitätengürtel, den Bau des Adductor magnus, die Entstehung des Biceps brachii der höhern Säuger, die Flexores cruris, die Bildung des Triceps surae, die Ableitung der langen und kurzen Beuger und Strecker der Finger und Zehen aus primitiven Verhältnissen u. s. w., Abschnitte, die auch ausser Zusammenhang mit dem Hauptthema als selbständig gelten können. Ich bin mir keinen Augenblick im Unklaren darüber geblieben, wie viele Lücken ich hier noch unausgefüllt lassen musste, glaube aber besonders in Beziehung auf das Verständnis der sog. Anomalien in der Extremitätenmuskulatur nicht umsonst gearbeitet zu haben. Es war dabei unumgänglich, über die Klasse der Säuger hinaus auf phyletisch ältere Vertebraten zurückzugreifen. Die urodelen Amphibien bieten den indifferentesten Ausgangspunkt, mag man nun die Säuger direkt über HUXLEY's Promammale oder über die Reptilien von den Amphibien herleiten. — Auch die Fischflosse in den Kreis der vorliegenden Betrachtungen einzubeziehen, habe ich absichtlich vermieden. Denn, obschon ich der Ueberzeugung bin, dass auch hier die anteroposteriore Symmetrie Geltung hat, harrt doch noch mehr als eine Vorfrage der Erledigung, bis eine Vergleichung der Flosse mit der Amphibienextremität im Einzlen gestattet ist. Von diesen Fragen scheint mir, sobald überhaupt vorher eine Einigung über die Bedeutung der Skeletelemente erreichbar ist, mit in erster Reihe die nach der Innervation zu stehen, speziell auch, wie sich die als Plexus bezeichneten Nervenverbindungen an der Flosse zu den Extremitätenplexus der höhern Vertebraten verhalten. Der Plexus der Dipnoer (Ceratodus) verträgt am ehesten eine direkte Vergleichung, denn er liegt vor der Extremität und gibt ventrale und dorsale Zweige ab; bei den Haien dagegen teilen sich die zur Flosse tretenden Nerven zunächst in dorsale und ventrale Zweige, die dann auf den entsprechenden Flächen der Flosse, also in dieser, sich unter einander schlingenförmig vereinigen, ein Gegensatz, den auch WIEDERSHEIM (1886) hervorhebt.

Diese letztgenannte Art von Nervenschlingen kann doch höchstens in eine gewisse Parallele etwa zu der bekannten Anastomose des Medianus und Ulnaris am Vorderarm gebracht werden. In unmittelbarem Anschluss daran erhebt sich ferner die Frage nach der Bedeutung des N. collector für die Hinterflosse. Ihn jetzt noch mit v. Davidoff (1884) als Andeutung des von der Beckengliedmasse zurückgelegten Weges zu betrachten, ist schwer mit den neueren Ansichten über die Entstehung der Gliedmassen zu vereinigen; für eine Behauptung einer kaudalwärts gerichteten Verschiebung des Beckengürtels lässt sich m. E. der N. collector nicht verwerten. Anderseits vermag ich auch Wiedersheim nicht darin zu folgen, wenn er sagt: „Bei weitaus der grössern Mehrzahl der Wirbeltiere sind an Stelle des ein sehr primitives Verhalten repräsentirenden N. collector Ansa-Bildungen getreten.“ Die Ansae zwischen Plexusnerven höherer Wirbeltiere entsprechen der Collectorbildung durchaus nicht ohne Weiteres. Hier also, in der Klarstellung der Beziehungen sowol der Nerven zur Flosse als weiterhin der Flossennerven und Muskeln zu denen der Rumpfmetameren hat jedenfalls zunächst die Forschung den Hebel anzusetzen, und man wird damit vielleicht rascher zu einem Urteil gelangen, ob und wie weit die Thacher-Mivart'sche Theorie der Gliedmassenbildung mit den neueren Ergebnissen der Embryologie in Übereinstimmung gebracht werden kann.

Tabelle der Muskel-Homologien.[1])

A. Frühere Untersuchungen.

	I. Gruppe: Tibia = Radius.	II. Gruppe: Tibia = Ulna.
1. Psoas minor.	Teil der Halsfaszie (Sabatier).	
2. Psoas maior.	+ Iliacus = Subscapularis [(Martins); Latissimus dorsi (Humphry 1858, Albrecht, Melzer?); + Iliacus = Supraspinatus, Infraspinatus, Teres minor (Mivart); Klavikularportionen des Trapezius u. Deltoides (Sabatier).	+ Iliacus = Subscapularis (Vicq d'Azyr); Supraspinatus (Wilder); Latissimus (Coues).
3. Iliacus.	+ Psoas maior = Subscapularis (Martins), Supraspinatus, Infraspinatus, Teres minor [(Mivart); Infraspinatus + Supraspinatus (Rolleston); Infraspinatus (Flower); Supraspinatus (Humphry 1871, Gratiolet, Huxley); Subscapularis (Humphry 1858, Sabatier, Albrecht, [Krause, Melzer).	+ Psoas maior = Subscapularis (Vicq d'Azyr); Subscapularis (Foltz, Wilder, Coues).
Iliacus int. minor. (Luschka).	Teres minor (Rolleston).	
4. Glutaeus maximus.	Deltoides (scapularis) (Martins); Deltoides (acromialis) (Krause, Melzer); Deltoides (Humphry 1858, 1876, Albrecht);	Deltoides (Vicq d'Azyr, Wilder, Coues); Deltoides z. Teil (Foltz).

[1]) In dieser Tabelle sind alle ventralen Muskeln kursiv gedruckt.

	I. Gruppe: Tibia = Radius.	II. Gruppe: Tibia = Ulna.
	Latissimus (Humphry 1871); Teres mai. + Latissimus (Sabatier).	
5. Glutaeus medius.	Supraspinatus (Martins); Supraspinatus + infraspinatus (Sabatier); *Pectoralis maior* (Albrecht); Infraspinatus (Krause); Infraspinatus + Teres min. (Melzer); + Glutaeus minim. = Subscapularis + Teres mai. (Mivart); Infraspinatus + Teres min. (Humphry, Gratiolet, Huxley); Subscapularis (Ransom).	Infraspinatus (Foltz, Wilder); Supraspinatus (Coues); + Glut. minim. = Infraspinatus (Vicq d'Azyr).
6. Glutaeus minimus.	Infraspinatus (Martins); Teres minor (Sabatier); *Pectoralis min.* (Albrecht); Supraspinatus (Krause, Melzer).	Teres minor (Foltz, Wilder); Infraspinatus + Teres minor (Coues).
7. Scansorius.		Teres maior (Wilder, Coues).
8. Piriformis.	Teres maior (Humphry); *Pectoralis maior* (Sabatier); Supraspinatus (Albrecht).	Supraspinatus z. Teil (Foltz).
9. Tensor fasciae.	Teres maior (Rolleston); Teil des Deltoides (Sabatier).	Latissimus (Vicq d'Azyr); Latissimuszacke von d. Scapula (Foltz).
10. *Pectineus.*	*Pectoralis mai.* (Klavikularportion Martins); Deltoides (Flower); oberflächl. Schicht = Deltoides, tiefe Sch. = *Subclavius* (Rolleston); Teil des *Coracobrachialis* (Humphry, Stieda, Albrecht); + *Adductor long.* und *brevis* = Praecoracobrachialis (Sabatier).	*Pectoralis minor* (Vicq d'Azyr); *Coracobrachialis accessorius* (Foltz); *Pectoralis maior* (Wilder, Coues).
11. *Gracilis.*	*Pectoralis maior* (Rolleston, Humphry 1871); Teil des *Coracobrachialis* (Humphry 1876, Albrecht, Stieda); Kurzer Kopf d. *Biceps brach.* (Sabatier).	Randbündel des *Pectoralis maior* (Foltz); Teil des *Brachialis int.* (Coues).

	I. Gruppe: Tibia = Radius.	II. Gruppe: Tibia = Ulna.
12. *Adductor longus.*	+ *brevis* = Sternalportion des *Pectoralis maior* (Martius), *Coracobrachialis* (Gratiolet); + übrige *Adductoren* = *Coracobrachialis brev.* u. *long.* (Rolleston), *Coracobrachialis* und *Pectoraladductoren* (Humphry), *Coracobrachialis* (Albrecht, Stieda).	+ *brevis* = *Pectoralis maior* (Vicq d'Azyr); + *brevis* u. *magnus* = *Coracobrachialis* (Wilder, Coues); *Coracobrachialis* (Foltz).
13. *Adductor brevis.*	s. *Adductor longus*;	s. *Adductor longus*; *Cap. breve bicipitis* (Foltz).
14. *Adductor magnus.*	s. *Adduct. longus*; + *Semimembranosus* = *Pectoralis mai.* (Gratiolet).	s. *Adduct. longus*; *Pectoralis maior* (Foltz).
15. *Obturator internus.*	Subscapularis (Humphry 1871); *portio iliaca* = Subscapularis (Sabatier); + *Gemelli* = Infraspinatus (Albrecht).	+ *Gemelli* u. Piriformis = Supraspinatus (Foltz).
16. *Gemelli.*	s. *Obturator internus*; + *Obturator ext.* u. *Quadratus fem.* = Teil des *Coracobrachialis* (Humphry 71).	
17. *Obturator externus.*	*Coracobrachialis brev.* + *long.* (Rolleston); Teres maior (Albrecht).	*Pectoralis minor* (Foltz).
18. *Quadratus femoris.*	Teres minor (Albrecht).	+ *Gemelli* = Supraspinatus (Vicq d'Azyr); + Glut. maxim. = Deltoides (Foltz).
19. Sartorius.	Teil des *Cap. long. bicipitis* (Sabatier); *Cap. breve bicipitis brach.* (Albrecht, Stieda); Deltoides (Humphry 1871).	Teres maior (Foltz); Dorsoepitrochlearis (Wilder, Coues).
20. Quadriceps cruris.	Triceps (Martins, Mivart, Flower, Rolleston, [Humphry); Triceps + Anconaeus IV [(Krause, Melzer).	Triceps (Vicq d'Azyr, Foltz, Wilder, Coues).
Rectus fem.	*Cap. long. bicipitis* (Sabatier, Albrecht, Stieda).	
Vasti	internus = Anconaeus extern. (Sabatier); Ancon. ext. + Ancon. IV (Krause);	

	I. Gruppe: Tibia = Radius.	II. Gruppe: Tibia = Ulna.
	Brachialis int. (Albrecht); *Cap. accesorium bicipitis* (vom Humerus Stieda).	
21. *Biceps femoris, Cap. longum.*	*Coracobrachialis* (Martins); *Biceps brachii cap. breve* (+ lacertus Krause, Welcker 1876, Melzer); Triceps brachii, Cap. longum (Sabatier, Stieda); + *Cap. breve, Semitendinosus* u. *Semimembranosus* = Triceps brachii (Albrecht).	+ Cap. breve = *Biceps brachii* (Vicq d'Azyr); + *Semitendinosus* = *Cap. long. bicipitis* (Foltz); *Biceps brachii* (Wilder, Coues).
22. Biceps femoris, Cap. breve.	*Brachialis anticus* (Martins, Sabatier, Humphry 1876, Krause); *Cap. longum bicip. brach.* [(Welcker 1876, Melzer); Anconaei ext. + int. (Stieda).	*Accessor. Kopf d. Biceps brachii* (Foltz); Supinator longus (Wilder).
23. *Semitendinosus.*	*Coracobrachialis* (Welcker, [Melzer); *Cap. breve bicipitis* (Krause); + *Semimembranosus* = *Biceps brachii* (Martins), *Cap. long. bicipitis* (Humphry 1876); + *Semimembran.*, Sartorius und Rectus femoris = *Cap. long. bicipit.* (Sabatier).	*Coracobrachialis* (Vicq d'Azyr); + *Gracilis* u. *Semimembran.* = *Brachialis anticus* (Coues).
24. *Semimembranosus.*	s. vorige. *Biceps, cap. long.* (Krause); *Brachialis ant.* (Melzer).	*Brachialis ant.* (Foltz). s. auch *Semitendinosus.*
25. *Popliteus.*	*Pronator teres* (Martins, Krause, Meckel, Huxley, v. Bischoff, Testut) — tiefer Kopf (v. Bardeleben) — pars ulnaris (Melzer); Radialportion des *Brachialis ant.* (Sabatier).	Anconaeus? (Vicq d'Azyr); Supinator brevis (Foltz); *Brachialis ant.* (Wilder, Coues).
26. *Gastrocnemius.*	*Ulnaris internus* (v. Bardeleben); *Cap. mediale* = Supinator long. (Martins, Melzer); *Cap. laterale* = *Ulnaris int.* (Martins), *Pronator teres*, pars humeralis (Melzer).	*Cap. mediale* = *Pronator teres* (Foltz), *Radialis int.* (Coues); *Cap. laterale* = Supinator long. (Foltz, Coues).

	I. Gruppe: Tibia = Radius.	II. Gruppe: Tibia = Ulna.
27. *Soleus.*	*Flexor digg. sublimis*, proximaler Abschnitt (Melzer); + *Gastrocnemius* = *Ulnaris int.* (v. Bardeleben).	*Flexor carpi radialis* + Port. superior des *Flex. digg. sublimis* (Foltz).
28. *Plantaris.*	*Palmaris longus* (Martins, Krause, Melzer); *Palmaris longus* + *Flex. digg. superficialis* (v. Bardeleben, Stieda).	*Palmaris longus* (Vicq d'Azyr, Foltz, Wilder, Coues).
29. *Flexor digg. longus* (*Fl. d. tibialis*).	*Flexor digg. profundus* (Krause, Melzer); *Flex. digg. sublimis* (v. Bardeleben, Stieda).	*Flexor digg. profundus* (Foltz); *Flex. pollicis long.* (Coues).
30. *Flexor hallucis longus* (*Flex. digg. fibularis*).	*Flexor pollicis long.* (Krause, Melzer); *Flex. digg. profund.* + *Flex. pollicis longus* (v. Bardeleben, Stieda).	*Flexor pollicis long.* (Foltz); *Flex. digg. profund.* (Coues).
31. *Tibialis posticus.*	*Radialis intern.* (Martins, Krause, v. Bardeleben, Stieda, Melzer).	*Ulnaris intern.* (Vicq d'Azyr, Foltz, Wilder, Coues).
32. *Flexor digg. brevis* (perforatus).	*Flexor digg. sublimis* (Krause), distaler Abschnitt (Melzer); *Reste des Flex. digg. brevis superficialis* = *Palmaris brev.*, *Flex. pollic. brev.* (v. Bardeleben).	*Flexor digg. profundus* [(Wilder); *Flex. digg. sublimis* (Coues).
33. Tibialis anticus.	Radialis extern. brevis (Martins); Radiales externi [v. Bardeleben); Abductor pollicis long. (Krause); Abductor poll. long. + Radiales externi (Melzer).	Ulnaris externus (Vicq d'Azyr, Foltz, Wilder, Coues).
34. Extensor hallucis longus.	Extensor pollicis long. + Ext. indicis propr. (Krause); Abductor long., Extensores brevis + long. pollicis [(v. Bardeleben); Extensor poll. long. (Melzer); Extensores pollicis (Stieda).	Extensor dig. quinti propr. (Foltz, Wilder, Coues).
35. Extensor digg. longus.	Extensor digg. comm. long.	Extensor digg. comm. long. (Foltz, Coues). Extensor pollic. et indicis propr. (Wilder).
36. Extensor hallucis brevis.	Extensor pollicis brevis (Melzer); + Extens. digg. brevis = Ex-	

	I. Gruppe: Tibia = Radius.	II. Gruppe: Tibia = Ulna.
	tensor digg. brevis (Varietät v. Bardeleben).	
37. Extensor digg. brevis.	Extensor indicis proprius [(Melzer); Extens. digg. brevis (Varietät Krause).	Extensor pollic. et indic. propr. (Coues).
38. Peroneus tertius.	Extensor dig. quinti propr. (Krause, v. Bardeleben, Melzer); Ulnaris externus (Stieda).	Abductor long., Extensor brev. pollicis (Foltz); Radialis extern. brevis (Wilder).
39. Peroneus longus.	*Ulnaris internus* (Krause, [Melzer); + Peroneus brevis = Ulnaris externus (v. Bardeleben), *Ulnaris internus* (Stieda).	Radialis extern. long. (Vicq d'Azyr, Foltz, Coues); *Radialis internus* (Wilder).
40. Peroneus brevis.	Ulnaris externus (Martins, [Krause, Melzer).	Radialis extern. brevis (Vicq d'Azyr, Foltz, Coues); Radialis ext. longus (Wilder).
41. *Pronator tibiae* s. *Interosseus cruris* (Membran. interossea).	*Pronator quadratus* (Krause, v. Bardeleben).	*Pronator quadratus* (Coues).
42. Tibialis medialis v. Bardeleben.	Supinator longus (v. Bardeleben).	

B. Eigne Untersuchungen.[1])

1. Deltoides	Glutaeus maximus (pg. 61 [147]).
2. Supraspinatus	Glutaeus medius (pg. 64 [150]).
3. Infraspinatus	Glutaeus minimus (pg. 64 [150]).
4. Teres minor	Scansorius (pg. 64 [150]).
5. Basiodeltoideus (Var.)	Tensor fasciae (pg. 63 [149]).
6. Transversohumeralis (Testut) Var. .	Piriformis? (pg. 65 [151]).
7. *Subscapularis + Teres maior . .	Iliacus (pg. 67 [153]).
7a. Scapularis lat. (Ornithorhynchus). .	Iliacus minor (pg. 69 [155]).
8. *Latissimus (Dorsalportion)	Psoas maior (pg. 69 [155]).

[1]) In dieser Zusammenstellung sind die imitatorischen Homologien durch ein Sternchen bezeichnet.

9. *Latissimus (Kostalportion) = Costo-axillaris post.	Psoas minor (pg. 72 [158]).
10. Anconaeus longus	Rectus femoris (pg. 75 [161]).
11. Anconaeus lateralis	Vastus lateralis.
12. Anconaeus medialis	Vastus medialis + medius.
13. Anconaeus quintus (Dorsoepitrochlearis)	Sartorius (pg. 76 [162]).
14. Pectoralis maior, p. abdominalis	Gracilis (pg. 78 [164]).
15. „ „ p. sternoclavicularis + sternalis	Adductor magnus fem.
16. „ „ p. costalis	Adductor profundus s. minimus (pg. 83 [169]).
17. Pectoralis tertius (Var.)	Adductor brevis (pg. 91 [177]).
18. Pectoralis minimus (Var.)	Teil des Biceps femoris, cap. long. (pg. 92 [178]).
19. Pectoralis minor, p. superficialis + Subclavius	Obturator int., Gemelli, Quadratus fem. (pg. 94 [180]).
20. „ „ p. profunda (Var.)	Obturator externus (pg. 96 [182]).
21. Thoracoaxillaris (Var.)	Fortsetzung des Rectus abdominis (pg. 104 [190]).
22. Coracobrachialis brevis (Var.)	Pectineus, p. superficialis (pg. 98 [184]).
23. Achselbogen s. str. (Var.)	Pectineus, p. profunda (pg. 101 [187]).
24. *Coracobrachialis + Biceps brachii	Adductor longus fem. (pg. 106 [192]).
25. Brachialis anticus	Popliteus (pg. 128 [214]).
26. Brachioradialis	Biceps femoris, cap. breve (pg. 127 [213]).
27. *Pronator teres	Gastrocnemius, cap. mediale (p. 142 [228]).
28. Radialis internus	Gastrocnemius, cap. laterale + Soleus (pg. 142 [228]).
29. Palmaris longus	Plantaris longus.
30. Ulnaris internus	fehlt (pg. 145 [231]).
31. *Flexor digitorum comm. sublimis (ohne Schaltsehnen)	Tibialis secundus (Var.), mancher Soleus accessorius (Var.) (pg. 167 [253]).
32. *Flexor pollicis longus + Fl. digg. profundus	Flexor digg. tibialis (pg. 167 [253]).
33. Radio-cubito-carpeus (Var.)	Flexor digg. fibularis + Quadratus plantae (pg. 167 [253]).
34. *Accessorius ad Flexorem profundum	Tibialis posticus (pg. 158 [244]).
35. *Rudimentäre Flexores breves superficiales an der Palmarfascie u. distale Bäuche des Flex. digg. sublimis mit Schaltsehnen	Flexor digg. pedis brevis (perforatus) (pg. 166 [252]).
36. Pronator quadratus	Peroneotibialis (? Var) (pg. 170 [256]).
37. Radiales externi long. et brevis	Peronei long. et brevis.
38. Extensor digg. communis longus	Extensor digg. comm. longus.
39. Ulnaris externus	Tibialis anticus (pg. 195 [281]).
40. Anconaeus quartus	Tibialis anticus accessorius (Blandin), [Tibialis medialis v. Bardeleben?].

41. Extensor dig. III proprius (Var.) . .	Extensor hallucis longus (pg. 196 [282]).
42. Extensor dig. V proprius	fehlt.
43. Extensor indicis proprius, Extens. pollicis longus, Abductor pollicis longus	fehlen beim Menschen; = Extensor brevis digg. pedis II—V bei Monotremen u. Marsupialien (pg. 196 [282]).
44. Extensor brevis dig. III manus (Var).	Extensor brevis hallucis (pg. 196 [282]).

Literatur.

1. Aeby, Die Muskeln des Vorderarms und der Hand bei Säugetieren und beim Menschen. Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. X.
2. Agassiz and Gould, Principles of Zoology. 1851.
3. Albrecht, P., Beitrag zur Torsionstheorie des Humerus und zur morphologischen Stellung der Patella in der Reihe der Wirbeltiere. Inauguraldissertation. Kiel 1875.
4. —, Das os intermedium der Säugetiere. Zool. Anz. 1883.
5. —, Sur les homodynamies, qui existent entre la main et le pied des mammifères. La Presse médicale belge 1884, Nr. 42.
6. —, Ueber den morphologischen Wert überzähliger Finger und Zehen. Centralblatt f. Chirurgie 1886, Nr. 24. Beilage.
7. —, Zwei Fragen etc.: Giebt es bei Säugetieren eine auf Wiederentwicklung phylogenetisch verloren gegangner Finger beruhende wahre etc. Hyperdactylie? Hamburg, P. Albrechts Selbstverlag. 1887.
8. Alix, Sur l'appareil locomoteur de la Roussette d'Edwards. Soc. Philom. 1867.
9. Anderson, A contribution to the anatomy of the Indian Elephant. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XVII, 1883.
10. Anderson Stuart, Notes from the dissection of a Chinaman. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XIX, 1885.
11. Barclay, The bones of the human body represented in a series of engravings; explanation of plate XXIV. 1824. (Nach Wilder.)
12. v. Bardeleben, K., Zur Morphologie des Hand- und Fussskelets. Sitzber. d. Jenaischen Ges. für Medizin u. Naturwissensch. 1885.
13. —, Ueber neue Bestandteile der Hand- und Fusswurzel der Säugetiere, sowie die normale Anlage von Rudimenten „überzähliger" Finger und Zehen beim Menschen. Ibid. 1885.
14. —, Hand und Fuss. Tageblatt d. 59. Versamml. deutsch. Naturf. und Aerzte z. Berlin. 1886.
15. —, On the Praepollex and Praehallux with Observations on the Carpus of Theriodesmus phylarchus. Proceed. of the Zoolog. Soc. of London 1889.

16. v. Bardeleben, K., Praepollex und Praehallux, Verhandl. d. anatom. Ges. III. Versamml. Berlin 1889.

17. —, Hat der Praepollex von Pedetes einen Nagel oder nicht. Anatom. Anz. V, 1890.

18. —, Ueber die Hand- und Fussmuskeln der Säugetiere, besonders die des Praepollex (Praehallux) und Postminimus. Anatom. Anz. V. 1890. und Verhandl. des X. internationalen medizin. Kongresses Berlin 1890.

19. —, Bemerkung über die Bezeichnung flexor digitorum tibialis und fibularis. Anatom. Anz. V, 1890.

20. —, Ueber Innervierung, Entstehung und Homologie der distalen Gliedmassenmuskeln bei den Säugetieren. Verhandl. der anatom. Ges. V. Versamml. München 1891.

21. —, Diskussion zu Pfitzner: Bemerkungen zum Aufbau des menschlichen Carpus. Verhandl. d. anatom. Ges. VII. Versammlung, Göttingen 1893.

22. —, Hand und Fuss. Referat. Verhandl. d. anatom. Ges. VIII. Versamml. Strassburg 1894.

23. Baur, G., Ueber das Centrale carpi der Säugetiere. Morpholog. Jahrb. Bd. X, 1885.

24. —, Zur Morphologie des Tarsus der Säugetiere. Ibid.

25. —, Osteologische Notizen über Reptilien. Zoolog. Anzeiger 1886.

26. —, Zur Morphologie des Carpus und Tarsus der Reptilien. Zoolog. Anz. 1885.

27. —, On the Morphology and Origin of the Ichthyopterygia. American Naturalist vol. XXI, 1887.

28. —, Beiträge zur Morphogenie des Carpus und Tarsus der Vertebraten. I. Batrachia. Jena, Fischer 1888.

29. —, Neue Beiträge zur Morphologie des Carpus der Säugetiere. Anat. Anz. Bd. IV, 1889.

30. —, Der Carpus der Schildkröten. Anat. Anz. Bd. VII, 1892.

31. Bayer, Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Oberarmarterien. Morphol. Jahrb. Bd. XIX, 1892.

32. van Bemmelen, J. F., Ueber die Herkunft der Extremitäten- und Zungenmuskulatur der Eidechsen. Anat. Anz. Bd. IV, 1889.

33. Bergmann, Vergleichung des Unterschenkels mit dem Vorderarm. Müllers Archiv f. Anat. 1841.

34. Bernays, Die Entwicklungsgeschichte des Kniegelenks des Menschen etc. Morphol. Jahrb. Bd. IV, 1878.

35. Birmingham, A., The homology and innervation of the Achselbogen and Pectoralis IV etc. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXIII, 1889.

36. Bischoff, Th. L. W., Beiträge zur Anatomie des Hylobates leuciscus etc. Abhandl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. II Cl. Bd. X, III. Abt. München 1870.

37. Bischoff, Th. L. W., Beiträge zur Anatomie des Gorilla. Ibid. Bd. XIII, 1879.
38. de Blainville, Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle de Deterville 1818 (nach Wilder).
39. Blandin, Nouveaux éléments d'anatomie descriptive. 1838.
40. Bolk, L., Beziehungen zwischen Skelet, Muskulatur und Nerven der Extremitäten, dargelegt am Beckengürtel, an dessen Muskulatur sowie am Plex. lumbosacralis. Morphol. Jahrb. Bd. XXI, 1894.
41. Born, G., Die 6. Zehe der Anuren. Morphol. Jahrb. Bd. I. 1876.
42. —, Zum Carpus und Tarsus der Saurier. Morphol. Jahrb. Bd. II, 1876.
43. —, Nachträge zu „Carpus und Tarsus". Morphol. Jahrb. Bd. VI, 1880.
44. Bourgery, Traité complet de l'anatomie de l'homme. 1832.
45. Brodie, Gordon, Note on the transverse-humeral, coracoacromial and coracohumeral ligaments etc. Journ. of Anatom and Physiol. vol. XXIV, 1890.
46. Brooks, St. John, Variations in the nerve supply of the flexor brevis pollicis muscle. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XX.
47. —, On the morphology of the intrinsic muscles of the little finger, with some observations on the ulnar head of the short flexor of the thumb. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XX, 1886.
48. —, Variations in the nerve-supply of the lumbrical muscles in the hand and foot, with some observations on the innervation of the perforating flexors. Ibid. vol. XXI.
49. —, On the morphology of the Intrinsic muscles of the little finger etc. Transact. of the Acad. of Medicine in Ireland. Vol. IV, 1886.
50. —, On the short muscles of the pollex and hallux etc. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXII, 1887.
51. —, Distribution of Cutaneous Nerves on the Dorsum of the human hand. Internationale Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. Bd. V, 1888.
52. —, On the morphology of the Extensor muscles. Part I. Studies from the Museum of Zoology in University College, Dundee. 1889, vol. I.
53. Carlier, Anatomie philosophique. Paris 1883.
54. Carlsson, A., Von den weichen Teilen des sog. Praepollex und Praehallux. Vorläufige Mitteil. Biologiska Förkningens Förhandlingar, Stockholm Bd. II 1889—90. (Nach Zander.)
55. Chaussier, Exposition des muscles. 1789. (Nach Wilder.)
56. Chauveau, Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques. 1857.
57. Clarkson and Rainy, An unusual arrangement of the psoas muscle. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXIII, 1889.
58. Clasen, F., Ueber die Muskel und Nerven des proximalen Abschnittes der vorderen Extremität der Katze. Diss. Bonn 1894.

59. Cleland, J., Comparison of the upper with the lower limbs; Quains Anatomy, 7. Ed. 1866.
60. —, On the interpretation of the limbs and lower jaw. Rep. Brit. Ass. for Adv. of Science 1869.
61. Coote, H., The homologies of the human skeleton. 1849.
62. Coues, E., On the myology of the Ornithorhynchus. Proc. Essex Inst. Bd. VI, 1871.
63. —, Antero-posterior symmetry, with special reference to the muscles of the limbs. The Medical Record, New York 1870.
64. —, On the osteology and myology of Didelphys virginiana. Memoirs of the Boston Soc. of Nat. Hist. vol. II, part I, 1872.
65. Crerar, Note on the absence of the subclavius muscle. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXVI, 1892.
66. Cruveilhier, Traité d'anatomie descriptive 1843.
67. Cunningham, The nerves of the fore-limb of Thylacine (Thylacinus cynocephalus or Harrisii) and Cuscus (Phalangista maculata). Journ. of Anat. and Physiol. Bd. XII, 1877/78.
68. —, D. J., Report on some points in the anatomy of the Thylacine (Thylacinus cynocephalus), Cuscus (Phalangista maculata), and Phascogale (Phascogale calura) etc. The Voyage of H. M. S. Challenger, Zoology, Part. XVI, 1881.
69. —, The value of nerve-supply in the determination of muscular homologies and anomalies. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXV.
70. —, The flexor brevis pollicis and the flexor brevis hallucis in Man. Anat. Anz. Bd. II, 1887.
71. Cuvier, Leçons de l'Anatomie comparée. 1800, T. I.
72. v. Davidoff, M., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der hintern Gliedmasse der Fische. Morphol. Jahrb. Bd. V, 1879, VI, 1880, IX, 1884.
73. Dobson, G. E. On the homologies of the long flexor muscles of the feet of mammalia with remarks on the value of their leading modifications in classification. Journ. Anat. XVII, 1883.
74. —, On the comparative variability of bones and muscles, with remarks on unity of type in variations of origin and insertion of certain muscles in species unconnected by unity of descent. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XIX; 1885.
75. Du Bois-Reymond, R., Beschreibung einer Anzahl Muskelvarietäten an einem Individuum. Anat. Anz. Bd. IX, 1894.
76. Dugès, Sur la conformité organique de l'echelle animale. Ann. des Sciences nat. 1831.
77. Eisler, P., Das Gefäss- und periphere Nervensystem des Gorilla, Halle 1890.

78. Eisler, P., Der Plexus lumbosaeralis des Menschen. Abhandl. der Naturforsch. Ges. zu Halle Bd. XVII, 1892.

79. Emery, C., Zur Morphologie des Hand- und Fussskelets. Anatom. Anz. V, 1890.

80. Endres, H., Ueber ein Zwisehenmuskelbündel im Gebiet des Peetoralis mai. und Latissimus dorsi. Anat. Anz. Bd. VIII, 1893.

81. Fiek, L., Hand und Fuss. Müllers Areh. f. Anat. 1857.

82. Field, H. H., Die Vornierenkapsel, ventrale Muskulatur und Extremitätenanlagen bei den Amphibien. Anat. Anz. Bd. IX, 1894.

83. Fischer, Ueber das Winden (Achsendrehung, Torsion) beim Waehstum der Tiere. Centralblatt für Chirurgie 1886.

84. Fleischmann, A., Embryologisehe Untersuchungen II. Wiesbaden 1891.

85. Flemming, W., Ueber den flexor brevis pollieis und hallueis des Mensehen. Anat. Anz. Bd. II, 1887.

86. —, Naehträgliehe Notiz über den flexor brev. pollieis. Ibid.

87. Flourens, Nouvelles observations sur le parallèle des extrémités dans l'homme et les quadrupèdes. Ann. des Sciences nat. 1838 und Mémoires d'Anat. et de Physiologie Comp. 1844.

88. Flower, On the eorrespondenee between the parts eomposing the shoulder and the pelvie girdle of the mammalia. Journ. of Anat. and Physiol. Bd. IV, 1870.

89. —, W. H., Einleitung in die Osteologie der Säugetiere. Deutsch nach der 3. Originalausgabe. Leipzig 1888.

90. Folsom, Norton, Anatomieal symmetry. Thesis read at his graduation in the Harward Medieal School. Boston, Mass. 1864. (Nach Wilder. Nicht gedruekt.)

91. Foltz, Homologie des membres pelviens et thoraeiques de l'homme. Journ. de la Physiologie (Brown-Séquard), T. VI, 1863.

92. Fort, J. A., Des difformités congénit. et aequises des doigts. Paris 1869 (war mir nieht zugänglieh).

93. Freeman, A., The anatomy of the shoulder and upper arm of the mole (Talpa Europaea). Journ. of Anat. and Physiol. vol. XX.

94. Fürbringer, M., Zur vergleiehenden Anatomie der Sehultermuskeln. Jenaisehe Zeitsehr. 1872 u. 1873.

95. —, Zur vergleiehenden Anatomie der Schultermuskeln. Morpholog. Jahrb. Bd. 1.

96. —, Untersuehungen zur Morphologie und Systematik der Vögel ete. Biolog. Centralblatt Bd. X.

97. —, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel etc. Amsterdam 1887.

98. Gegenbaur, C., Untersuehungen zur vergleiehenden Anatomie der Wirbeltiere, Heft I, Carpus und Tarsus, Leipzig 1864, II. Heft 1865.

99. Gegenbaur, C., Ueber die Drehung des Humerus. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturwiss. Bd. IV, 1868.
100. —, Vergleichung des Skelets der vorderen und hinteren Gliedmassen der Selachier. Jenaische Zeitschr. Bd. V, 1870.
101. —, Ueber das Gliedmassenskelet der Enaliosaurier. Ibid.
102. —, Zur Morphologie der Gliedmassen der Wirbeltiere. Morpholog. Jahrb. Bd. II.
103. —, Kritische Bemerkungen über Polydactylie als Atavismus. Morphol. Jahrbuch 1880. Bd. VI.
104. —, Ueber die Malleoli der Unterschenkelknochen. Morpholog. Jahrbuch Bd. XII.
105. —, Ueber Polydaktylie. Morphol. Jahrb. Bd. XIV. 1888.
106. —, Bemerkungen über den M. flexor brevis pollicis und Veränderungen in der Handmuskulatur. Morphol. Jahrbuch. Bd. XV, 1889.
107. —, Grundriss der vergleichenden Anatomie, 2. Aufl. Leipzig 1878.
108. —, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, IV. Aufl.
109. Gerdy, Note sur le parallèle des os. Bulletin universel de Férussac, Sciences médicales, T. XVI, 1829.
110. Gervais, Sur la comparaison des membres chez les animaux vertébrés; Ann. des Sciences nat. 1853.
111. Götte, A., Ueber Entwicklung und Regeneration des Gliedmassenskelets der Molche. Leipzig 1879.
112. Gratiolet et Alix, Recherches sur l'anatomie du Troglodytes Aubryi. Nouvelles Arch. du Muséum d'Hist. natur. de Paris, T. II, 1866.
113. Griffin, M., Some varieties of the last dorsal and first lumbar nerves. Journ. of Anat. and Physiol. Bd. XXVI.
114. Gruber, W. Ueber die Verbindung des N. medianus mit dem N. ulnaris am Unterarme des Menschen und der Säugetiere. Reicherts und Du Bois-Reymonds Arch. f. Anat. etc. 1870.
115. —, Ueber den normalen Musc. peroneo-tibialis bei den Hunden etc. Archiv f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1878.
116. Halbertsma, Ueber einen in der membrana interossea des Unterschenkels verlaufenden Nerven. Müllers Archiv 1847.
117. Hatschek, Die paarigen Extremitäten der Wirbeltiere. Verhandl. d. Anat. Ges. III. Versamml. Berlin 1889.
118. Haughton, S., On the muscular anatomy of the Alligator. Ann. and Mag. of Nat. Hist. 1868.
119. Henle, J., Handbuch der systemat. Anatomie des Menschen.
120. Hepburn, D., Plexiform arrangement of the cutaneous nerves in the groin. Journ. of Anat. Bd. XX.
121. —, Some variations in the arrangement of the nerves of the human body. Ibid. Bd. XXI.

122. Hepburn, D., The comparative anatomy of the muscles and nerves of the superior and inferior extremities of the anthropoid apes. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXVI.
123. —, The adductor muscles of the thumb and great toe. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXVII, 1893.
124. —, Complete separation of the two heads of the biceps flexor cruris muscle. Ibid.
125. Herringham, W. P., The minute anatomy of the brachial plexus. Proc. Roy. Soc. London, Bd. XLl, 1886.
126. Hertwig, O., Lehrbuch d. Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. II. Aufl. Jena 1886.
127. Höfer, W., Vergleichend-anatomische Studien über die Nerven des Armes und der Hand bei den Affen und dem Menschen. Münchener med. Abhandl. 7. Reihe, 3. Heft, München, Lehmann 1892.
128. Hoffmann, C. K., Amphibien in Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches. 1873—78.
129. Holl, W. Ueber die Entwicklung der Stellung der Gliedmassen des Menschen. Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Math.-naturr. kl. zu Wien Bd. 100, Abt. III, 1891.
130. Howes, G. B., The morphology of the mammalian coracoid. Journ. of Anat. and. Phys. vol. XXI, 1887.
131. Humphry, A Treatise on the human skeleton 1858.
132. —, Observations on the limbs of vertebrate animals. Cambridge Philosoph. Soc. 1860. (Nach Mivart).
133. —, Disposition and homologies of the muscles of leg and forearm. Journ. of Anat. and Physiol. vol. III., 1869.
134. —, A Comparison of the shoulder bones and muscles with the pelvic bones and muscles. Journ. of Anat. and Physiology Bd. V. 1871.
135. —, On the Comparison of fore and hind limbs in vertebrates. Journ. Anat. 1876, Bd. X.
136. —, On the fore and hind limbs in vertebrates. Journ. of Anat. and Physiol. vol. X. 1876.
137. Huxley, T. H., On the limbs of vertebrates. Medical Times and Gazette, 1864.
138. —, Manual of the Anatomy of vertebrates animals. London 1871.
139. —, Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere. Deutsch von T. Ratzel. 1873.
140. Hyrtl, J. Ueber normale und abnorme Verhältnisse der Schlagadern des Unterschenkels. Wien 1863.
141. —, Die Schlagadern des Unterschenkels. 1864.
142. —, Cryptobranchus Japonicus. Vindobonae 1865.
143. Joly et Lavocat, Etudes d' anatomie philosophique sur le pied et la main de l'homme, remenés au type pentadactyle. Mém. de l' Académie de Toulouse 1853 u. Comptes rendus 1852, 1853, 1857.

144. Jones, T. R., Osseous System. Cyclop. of Anat. and Phys. 1847. (Nach Wilder).
145. Isenflamme et Ferlyrolles, Dissertation des extrémités. Erlangen 1785. (Nach Wilder).
146. Julien, A., De l'homotypie des membres thoraciques et abdominaux. Mém. de la Soc. d' Anthropologie 1878.
147. Kaestner, Ueber die Entstehung der Extremitätenmuskulatur bei den anuren Amphibien. Verhandl. d. Anatom. Ges. VII. Versamml. Göttingen 1893.
148. Kehrer, G., Beiträge zur Kenntnis des Carpus und Tarsus der Amphibien, Reptilien und Säuger. Berichte d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. 1886. Bd. I.
149. Kölliker, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte 1879.
150. —, Grundriss d. Entwicklungsgeschichte 1884.
151. Kohlbrügge, Versuch einer Anatomie des Genus Hylobates. Zoolog. Ergebnisse einer Reise in Niederländisch-Ostindien, herausgeg. v. M. Weber. Leiden 1890.
152. Kollmann, J. Handskelet u. Hyperdaktylie. Verhandl. d. Anat. Ges. II. Versamml. Würzburg 1888, u. Verhandl. d. Naturforsch. Ges. zu Basel 1888.
153. —, Die Rumpfsegmente menschlicher Embryonen von 13 bis 35 Urwirbeln Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1891.
154. Krause, W., Varietäten des Aortensystems in Henle's Handbuch der Anatomie d. Menschen, Bd. III, 1868.
155. —, Handbuch der menschl. Anatomie Bd. III. 1880.
156. Kükenthal, W., Ueber die Hand der Cetaceen. Anat. Anz. Bd. III, 1888, u. Bd. V, 1890.
157. —, Vergleich.-anatom. u. entwicklungsgesch. Untersuch. an Waltieren. Denkschr. d. med.-naturwiss. Ges. zu Jena Bd. III, 1889.
158. —, Cetologische Notiz. Anat. Anzeiger Bd. V, 1890.
159. Lane, Arbuthnot, Coracoclavicular sternal muscle. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXI, 1887.
160. —, Abnormal muscle of the hand. Ibid.
161 Lannegrace, Myologie comparée des membres. Thèse, Montpellier 1878.
162 Lavocat, Discussion sur la parallèle des membres thoraciques et pelviens. Toulouse 1867.
163. Leboucq, H. Recherches sur la morphologie du carpe chez les mammifères. Archives de Biologie V, 1884.
164. —, Sur la morphologie du carpe et du tarse. Anatom. Anzeiger Bd. I, 1886.
165. —, Zur Osteologie des Carpus u. Tarsus. Verhandl. d. anatom. Ges. II. Versammlung. Würzburg 1888.

166. Leboucq, H., La nageoire pectorale des cétacés au point de vue phylogénique. Anat. Anz. Bd. II, 1887.

167. —, Diskussion zu Zuckerkandl: Ueber die Entstehung d. Vorderarmgefässe etc. Verhandl. d. Anatom. Ges. VII. Versamml. Göttingen 1893.

168, Macalister, A., Muscular anomalies, and their bearing on homotypical myology Proc. Roy. Irish Acad. 1867.

169. —, Contributions towards the formation of a correct system of muscular homologies. Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. IV, Nro. V, 1868.

170. Mac Cormick, A., The myology of the limbs of Dasyurus viverrinus. Journ. of Anat. and Phys. vol. XXI.

171. Maclise, J., Comparative osteology and the archetype skeleton 1847 u. Artikel: Skeleton in Todds Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. T. IV.

172. Maisonneuve, Ostéologie et Myologie du vespertilio murinus. Thèses de la faculté des Sciences Poitiers 1878.

173. Martins, Ch., Nouvelle comparaison des membres pelviens et thoraciques chez l'homme et chez les Mammifères déduite de la torsion de l'humérus. Ann. des Sciences nat. 4. Série Zoologie, T. VIII, 1857 u. Mém. de l' Acad. des Sciences et des Lettres de Montpellier 1857. — Report of British Association for Adv. of Science 1867.

174. —, Ostéologie comparée des articulations du coude et du genou chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles. Mém. de l' Acad. des Sciences etc de Montpellier T. III 1862 u. Ann. des Sciences nat. 4. Série, T. XVII, 1862.

175. —, Comparaison des membres. Dictionn. encyclop. des sciences médicales. 2. Série, T. VI, 1873.

176. Meckel, Handbuch der menschlichen Anatomie 1816.

177. Melde, R. Anatomische Untersuchung eines Kindes mit beiderseitigem Defekt der Tibia u. Polydactylie an Händen und Füssen. Diss. Marburg 1892.

178. Melzer, W., Zur Homologie der menschl. Extremitäten. Internat. Monatsschr. f. Anatomie u. Physiologie Bd. XI, 1894.

179. Mingazzini, C., Nota sul M. adductor pollicis dell' uòmo. Anat. Anz. Bd. III, 1888.

180. Mivart. On some points in the anatomy of Echidna hystrix. Darin: On the serial homology of the limbs. Trans. Linn. Soc. London Bd. XXV, 1866.

181. Moser, E., Ueber das Lig. teres des Hüftgelenkes. Anat. Anz. Bd. VII, 1892.

182. Owen, R. On the archetype and homologies of the vertebrate skeleton. Rep. of Brit. Ass. for Adv. of Science 1846.

183. —, On the nature of limbs. 1849.

184. Owen, R., Comparative Anatomy and Physiology of Vertebrates 1868.
185. Pagenstecher, Ein Vergleich der Muskulatur des Drill mit der des Menschen. Der Zoolog. Garten 1867.
186. Parsons, On the adductor magnus in the Agouti. Proceed. Anat. Soc. Journ. of Anat. vol. XXVI 1892.
187. —, Relation of the pectoral muscles to the panniculus carnosus. Ibid.
188. Paterson, A. M., Morphology of the sacral plexus in man. Journ. Anat. and Physiol. vol. XXI.
189. —, The limb plexuses of mammals. Ibid. vol. XXI.
190. —, The position of the Mammalian limb. etc. Ibid. vol. XXIII.
191. —, The pectineus muscle and its nerve-supply, Ibid. vol. XXVI.
192. —, The human sacrum. Transact. Roy. Soc. Dublin. Vol. V (Ser. II) 1893.
193. —, The origin and distribution of the nerves to the lower limb. Journ. Anat. and Physiol. vol. XXVIII, 1894.
194. Perrin, I. B., Notes on some variations of the pectoralis maior etc. Journ. of Anat. and Physiol. vol. V, 1871.
195. Pfeiffer, H., Zur vergleichenden Anatomie des Schultergerüstes und der Schultermuskeln. Diss. Giessen 1854.
196. Pfitzner, Hand- und Fussskelet einiger Säugetiere. Anat. Anzeiger Bd. II, 1887.
197. —, Ueber Variationen im Aufbau des menschlichen Hand- und Fussskelets. Verhandl. der Anat. Ges. V. Versamml. München 1891.
198. —, Bemerkungen zum Aufbau des menschlichen Carpus. Verhandl. der Anatom. Ges. VII. Versammlung. Göttingen 1893.
199. Popowsky, J., Ueberbleibsel der A. saphena beim Menschen. Anat. Anz. Bd. VIII, 1893.
200. —, Phylogenesis des Arteriensystems der untern Extremitäten bei den Primaten. Vorläufige Mittheilung. Anatom. Anz. VIII, 1893.
201. —, Das Arteriensystem der untern Extremitäten bei den Primaten. Anat. Anz. Bd. X, 1894. Nr. 2—4.
202. Ransom, W. B., Notes of some variations of the shoulder-muscles. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XIX, 1885.
203. Report, II. Annual, of the committee of collective investigation: The distribution of the cutaneous nerves on the dorsum of the foot and toes. Journ. of Anat. and Physiol. Bd. XXVI.
204. —, of Committee of collective investigation etc.: Frequency and arrangement of communication between the median (or anterior inteross-seous) and ulnar nerves in the forearm. Journ. of Anat. and Physiology XXVII.
205. Rigaud, Sur l'homologie des membres supérieures et inférieures de l'homme. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences 1849 und Revue et Magazin de Zoologie 1849.

206. Rijkebusch, P. A. H., Bijdrage tot de Kennis de Polydactylie. Utrecht 1887. (Nach Zander.)
207. Rolleston, On the homologies of certain muscles connected with the shoulder-joint. Trans. Linn. Soc. London XXVI, 1867.
208. —, H. D., Some abnormalities of the muscles of the upper limb. Journ. of. Anat. and Physiol. vol. XXI, 1887.
209. Rosenberg, E., Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen. Morphol. Jahrb. Bd. I.
210 Rüdinger, Die Muskeln der vordern Extremitäten der Reptilien und Vögel etc. Gekrönte Preisschr. Haarlem 1868.
211. Ruge, G., Entwicklungsvorgänge an der Musculatur des menschlichen Fusses. Morph. Jahrb. Bd. IV, 1878. Suppl.
212. —, Untersuchungen über die Extensorengruppe am Unterschenkel und Fusse der Säugetiere. Morphol. Jahrb. 1878. Bd. IV.
213. —, Beiträge zur Gefässlehre des Menschen. Morphol. Jahrb. IX.
214. —, Verschiebungen in den Endgebieten der Nerven des Plexus lumbalis der Primaten. Morpholog. Jahrb. Bd. XX. 1893.
215. —, Varietäten im Gebiete der Arteria femoralis des Menschen. Der Gefässkanal im Adductor magnus. Morph. Jahrb. XXII, 1894.
216. Sabatier, Comparaison des ceintures thoracique et pelvienne dans la série des Vertébrés. Mém. de l'Acad. des Sciences etc. de Montpellier. Sect sciences T. IX, 1876—79.
217. Schmidt, Goddard, und v. d. Hoeven. Aanteekeningen over de anatomie van Cryptobranchus japonicus. Natuurk. Verhandel. v. d. Hollandsche Maatschappy van Weetenschappen te Haarlem 1864.
218. Schneider, A., Ueber die Dipnoi und besonders die Flossen derselben. Zoolog. Beiträge II, 1887.
219. Schwalbe, G., Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881.
220. Sherrington, C. S., Notes on the arrangement of some motor fibres in the lumbosacral plexus. Journ. of Physiology, vol. XIII, 1892.
221. Sherrington, Ch. S., Experiments in examination of the peripheral distribution of the fibres of the posterior roots of some spinal nerves. Philos. Transactions of the Roy. Soc. of London, Vol. 184, 1893.
222. Shepherd, Short notes on the myology of the American Black Bear (Ursus Americanus). Journ. of Anat. and Physiol. XVIII, 1884.
223. Shore, Th. W., On the relations of the Mammalia to the Ichthyopsida and Sauropsida. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXI, 1887.
224. Sömmering, De corporis humani fabrica 1794.
225. Solger, B., Zur Anatomie der Faultiere (Bradypodes). Morpholog. Jahrb. Bd. I.
226. Spronck, Note sur un cas de Polydactylie. Archives Néerlandaises. T. XXII. (Nach Zander.)

227. Spronck, Auftreten der ganzen Tuberositas des Os metatarsale V als ein für sich bestehendes, am Metatarsale und Cuboides artikulirendes Skeletelement. Anat. Anzeiger Bd. II, 1887.
228. Stieda, L., Der Talus und das Os trigonum Bardeleben beim Menschen. Anat. Anzeiger Bd. IV, 1889.
229. —, Ueber die Homologie der Gliedmassen der Säugetiere und des Menschen. Biolog. Centralblatt Bd. XIII, 1893.
230. —, Diskussion zu Zuckerkandl: Ueber die Entstehung der Vorderarmgefässe etc. Verhandl. der Anatom. Gesellsch. VII. Versamml. Göttingen 1893.
231. —, Ein Vergleich der Arterien des Vorderarms und des Unterschenkels. Verhandl. der anat. Ges. VIII. Versamml. Strassburg 1894.
232. Strauss-Durkheim, Traité d'anatomie comp. 1843.
233. Struthers, J., Anatomy of Megaptera longimana. Journ. of. Anat. and Physiol. vol. XXII.
234. Sutton, Bl., The ligamentum teres. Journ. of Anat. and Physiol. vol. VIII.
235. —, One some points in the anatomy of the Chimpanzee. Journ. of Anat. and Phys. vol. XVIII.
236. —, On the nature of certain ligaments. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XVIII. 1884.
237. —, On the nature of ligaments. Ibid. vol. XIV, 1885 und vol. XXII, 1888.
238. Symington, Note on a case of complete absence of both semimembranosus muscles. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XVIII, 1884.
239. Testut, L., Les anomalies musculaires chez l'homme. Paris 1884.
240. —, Les anomalies musculaires considerées au point de vue de la ligature des artères. Paris 1892.
241. Thilenius, G., Die „überzähligen“ Carpuselemente menschlicher Embryonen. Anatom. Anzeiger Bd. IX, 1894.
242. Thompson, D'Arcy W., On the nature and action of certain ligaments. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XVIII, 1884.
243. Thomson, A., Notes on some unusual variations in human anatomy. Journ. of Anat. etc. Bd. XIX.
244. Tornier, G., Gibt es ein Praehalluxrudiment? Sitzber. der Ges. naturforsch. Freunde zu Berlin, 1889.
245. —, Verhandl. der anatomischen Gesellschaft, III. Versammlung. Berlin 1889, pg. 113.
246. —, Das Entstehen der Gelenkformen. Verhandl. der anatom. Gesellsch. VIII. Versamml. Strassburg 1894.
247. —, Ein zoophyletisches Entwicklungsgesetz. Ibid.
248. Turenne, Auzias, Sur les analogies des membres supérieures avec les inférieures. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, T. XXIII, 1846.

249. Turner, Case of absence of the semimembranosus muscle; also case of absence of gemelli and quadratus femoris. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XVIII, 1884.
250. Turner, W., Absence of extensor carpi ulnaris and presence of an accessory sural muscle. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XIX, 1885.
251. Uffelmann, J., Der Mittelhandknochen des Daumens. Göttingen 1863.
252. Vicq d'Azyr, Mémoire sur les rapports, qui se trouvent entre les usages et la structure des quatre extrémités dans l'homme et dans les animaux. Mémoires de l'Acad. royale des Sciences 1774 (In den Oeuvres de V. d'. A. recueillies par Moreau 1805, T. IV.)
253. Welcker, H., Ueber das Hüftgelenk, nebst einigen Bemerkungen über Gelenke überhaupt, insbesondere über das Schultergelenk. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. v. His u. Braune, Bd. I, 1876.
254. —, Beiträge zur Myologie. Ibid.
255. —, Nachweis eines Lig. interarticulare („teres") humeri etc. Ibid. Bd. II, 1877.
256. —, Zur Anatomie des Lig. teres fem. Ibid.
257. —, Die Einwanderung der Bicepssehne in das Schultergelenk. Ibid. Bd. III, 1878.
258. Wiedersheim, R., Die ältesten Formen des Carpus und Tarsus der heutigen Amphibien. Morpholog. Jahrbuch Bd. II, 1876.
259. —, Nachträgliche Bemerkungen zu meinem Aufsatze: Die ältesten Formen des Carpus u. Tarsus etc. Morpholog. Jahrbuch Bd. III, 1877.
260. —, Ueber die Vermehrung des Os centrale im Carpus u. Tarsus des Axolotls. Morpholog. Jahrbuch Bd. VI, 1880.
261. —, Lehrbuch der vergl. Anatomie der Wirbeltiere. II. Aufl. Jena 1886.
262. —, Ueber die Entwicklung des Schulter- und Beckengürtels. Anat. Anz. Bd. IV, 1889, und Bd. V, 1890.
263. —, Das Gliedmassenskelet der Wirbeltiere. Jena 1892.
264. —, Der Bau des Menschen als Zeugniss für seine Vergangenheit. 2. Aufl. Freiburg u. Leipzig 1893.
265. Wilder, Burt, Contributions to the Comparative myology of the Chimpanzee. Bost. Journ. of Nat. History vol. VII, 1861.
266. —, On morphology and teleology, especially in the limbs of mammalia. Mem. Bost. Soc. Nat. Hist. vol. I, 1866.
267. —, On a cat with supernumerary digits. Proc. Bost Soc. Nat. Hist. 1866.
268. —, The hand as a unruly member. American Naturalist. Vol. I. 1866.
269. —, On the morphological value and relations of the human hand. Americ. Journ. of Science 1867.
270. —, Fingers and Toes. Hours at Home 1870.
271. —, Review of Coues on antero-posterior symmetry. American Naturalist 1871 u. Am. Journ. of Science 1871.

272. Wilder, Intermembral homologies. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. XIV, 1872.

273. Williams, J. W., A peculiarity in the median nerve and in the internal jugular vein. Journ. of Anat. and Physiol. Bd. XXI.

274. Wilson, J. T., Observations on the innervation of axillary muscular arches (Achselbogen) in man etc. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXII, 1888.

275. —, Abnormal distribution of the nerve to the quadratus fem. in man. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXIV, 1890.

277. —, Two cases of variation in the nerve-supply of the first lumbrical muscle in the hand. Journ. of Anat. and Physiol. Bd. XXIV, 1890.

278. Windle, B. C. A., Notes of some nervous and muscular variations. Journ. of Anat. Bd. XXI.

279. —, On the myology of Erethizon epixanthus. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXII.

280. —, Notes on the limb myology of Procyon cancrivorus and of the Ursidae. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXIII.

281. —, The flexors of the digits of the hand. I. The muscular masses in the fore arm. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXIV.

282. —, The occurrence of an additional phalanx in the human pollex. Journ. of Anat. and Physiology Bd. 26.

283. Winslow, J. B., Exposition anatomique de la structure du corps humain 1775.

284. Wyman, J.: On anterior and posterior symmetry in the limbs of mammals. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. 1860.

285. —, Description of a double foetus. Boston Med. and Surg. Journ. 1866.

286. —, On symmetry and homology in limbs. Proc. Bost. Soc. Nat. Hist. 1867.

287. Young and Robinson, On the anatomy of Hyaena striata. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XXIII.

288. Zander, R., Ueber die sensibeln Nerven auf der Rückenfläche der Hand bei Säugetieren und beim Menschen. Anat. Anz. Bd. IV, 1889. (Viel Literaturangaben).

289. —, Ist die Polydactylie als theromorphe Varietät oder als Missbildung anzusehen? Virchows Arch. Bd. 125. 1891. (Enthält zahlreiche Literaturangaben.)

290. Zittel, Handbuch der Palaeozoologie 1887—90.

291. Zuckerkandl, Ueber die Entstehung der Vorderarmgefässe beim Kaninchen und bei der Katze. Verhandl. der Anatom. Gesellsch. VII. Versamml. Göttingen 1893.

292. —, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Arterien des Vorderarmes. I. Teil. Anatomische Hefte von Merkel u. Bonnet. Bd. IV, 1894.

Druck von Ehrhardt Karras. Halle a. S.

Tafel X.

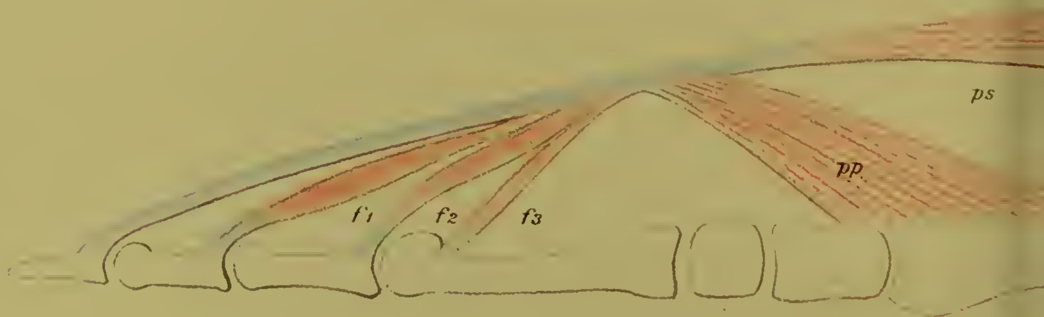
P. Eisler, Die Homologie der Extremitäten.

Fig. 1. Rechte Achselhöhle eines an Muskelvarietäten reichen Mannes. *1.* Musknlöser Achselbogen; *2.* Pectoralis tertius; *3.* abgesprengte Portion des Latissimus dorsi, dessen Kostalportion *5* sich vermittelst der breiten Schaltsehne *4* in die Substanz der Dorsalportion inserirt; *5a.* Bündel der Kostalportion des Latissimus dorsi, das sich typisch an den Achselbogen inserirt: *6.* Pectoralis maior, durchschnitten und zurückgeschlagen; *7.* Abdominalportion des Pectoralis mai.; *8.* davon abgezweigtes Fascikel (Thoracoaxillaris), das teils noch Fasern an den Pectoralis III sendet, teils mittelst Schaltsehnen sich an den Achselbogen inserirt; *9.* Pectoralis minor.

Fig. 2. Linke Achselhöhle zur Demonstration des fascialen Achselbogens. *1.* Portio clavicularis; *2.* Port. sternocostalis; *3.* Portio abdominalis der Pectoralis maior, die letztgenannte mit 2 Zacken eines Pectoralis III verbunden; *4.* Pectoralis minor; *5.* Latissimus dorsi (Costoaxillaris); *6.* dessen typisches Bündel an den fascialen Achselbogen.

Fig. 3. Schema der Anordnung der langen und der oberflächlichen kurzen Finger- und Zehenbeuger bei den urodelen Amphibien. *ps* Palmaris (Plantaris) superficialis; *pp* Palmaris (Plantaris) profundus; *f1*, *f2*, *f3*, Flexores digg. breves superficiales mit ihren Bündeln an Metakarpale (Metatarsale), Grund- und Mittelphalange.

Fig. 1.



P. Eisler del.

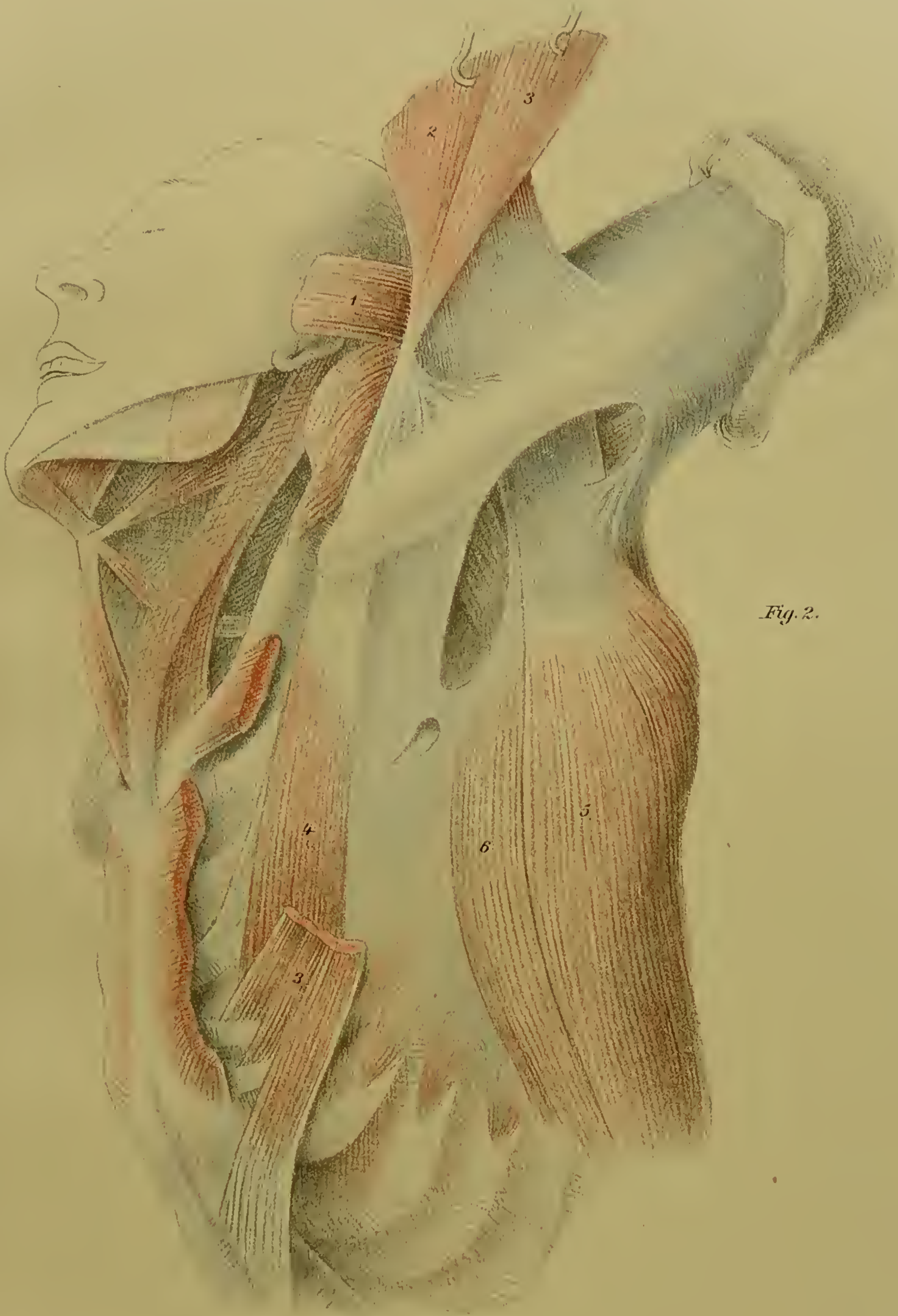


Fig. 2.

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Tafel XI.

P. Eisler, Die Homologie der Extremitäten.

Fig. 4. Rechte Hand eines Gorilla. *ap* Abductor pollicis longus + Extensor pollicis brevis *cp*; *pp* Präpollexknorpel (radiales Sesambein); *epl* Extensor poll. long.; *apb* Abductor poll. brevis; *ri* Radialis internus; *io* Interosseus dorsalis I.

Fig. 5. Kaudalfläche des Schenkels eines Gorilla. Die Extremität ist stark ventral-flektirt und etwas medianwärts rotirt. *s* Symphysis pubis; *is* Ram. inf. ischii, *gr* Gracilis; *abcd* die vier Portionen des Adductor magnus; *q* Quadratus femoris; *1* Adductor brevis; *2* Obturator int.; *3* Obturator ext.; *sm* Semimembranosus; *st* Semitendinosus; *bl* Biceps fem., cap. long.; *gma* Glutaeus maximus; *gmd* Glutaeus medius, *bi* Biceps fem., cap. breve; *x* Schlitz für die A. femoralis.

Fig. 6—8. Ventrale Korakoidmuskulatur von Menopoma alleghaniense, schichtweise abgetragen. 2 : 1. (S. pg. 78[164] u. 88[174]). *C* Korakoid, *Pc* Prokorakoid, *S* Scapula, *R* Radius, *U* Ulna; *m* bindegewebige Membran zwischen Korakoid und Prokorakoid; *ps* Pectoralis sternalis; *pa* Pectoralis abdominalis; *spc*, *spc'* kraniale und kaudale Portion des Supracoracoideus superficialis; *spp* Supracoracoideus profundus maior; *y* Supracoracoideus prof. minor; *cor* Coracoradialis proprius; *col* Caracobrachialis longus, *z* isolirbares Bündel desselben; *cos* Coracobrachialis superficialis, *x* isolirbares Bündel desselben; *cob* Coracobrachialis brevis, oberflächliche Portion; *br* Brachialis anticus.

Fig. 9. Innere Hüftmuskulatur von Didelphys philander, rechte Seite. *S* Symphysis pubis; *om* Beutelknochen; *tr* Transversus abdominis (abgeschnitten); *qu* Quadratus lumborum; *pmi* Psoas minor; *pm* Psoas maior; *il* Iliacus; *sart* Sartorius; *pect* Pectineus (durchschnitten); *abrev* Adductor brevis; *quf* Quadratus femoris; *oe* Obturator externus.

Fig. 10. Innenfläche der Schulter und des Oberarms von Salamandra maculosa, ca. 2 : 1. *C* Korakoid, *Pc* Prokorakoid, *S* Scapula; *s* Subcoracoscapularis, Dorsalportion (= Subscapularis); *a* Anconaeus longus; *ac* Anconaeus coracoideus; *col* Coracobrachialis longus; *cb* Coracobrachialis brevis.

Fig. 11. Wadenmuskulatur von Didelphys philander. *1* Soleus; *2* Plantaris; *3* Gastrocnemius; *st* Semitendinosus; *gr* Gracilis; *sm* Semimembranosus; *bi* Biceps femoris, cap. long.; *ff* Flexor digg. fibularis; *ft* Flexor digg. tibialis, darunter der Tibialis posticus.

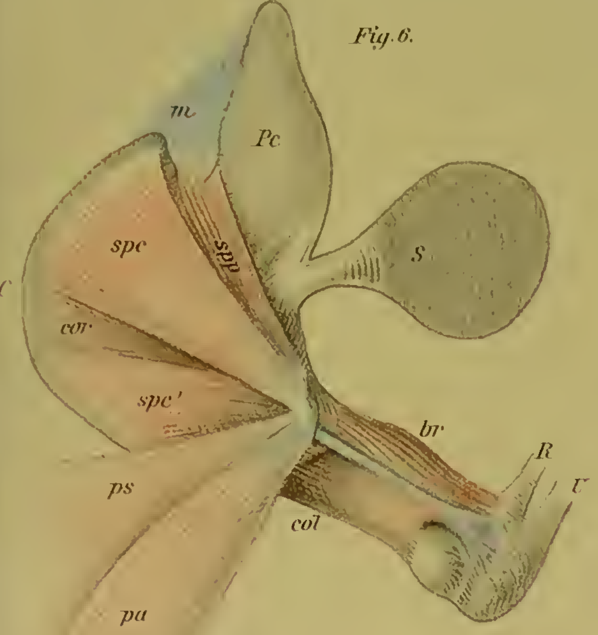


Fig. 6.

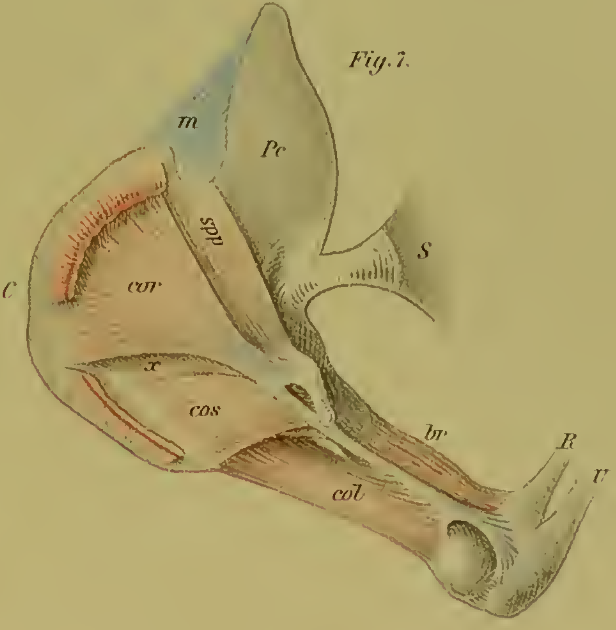


Fig. 7.

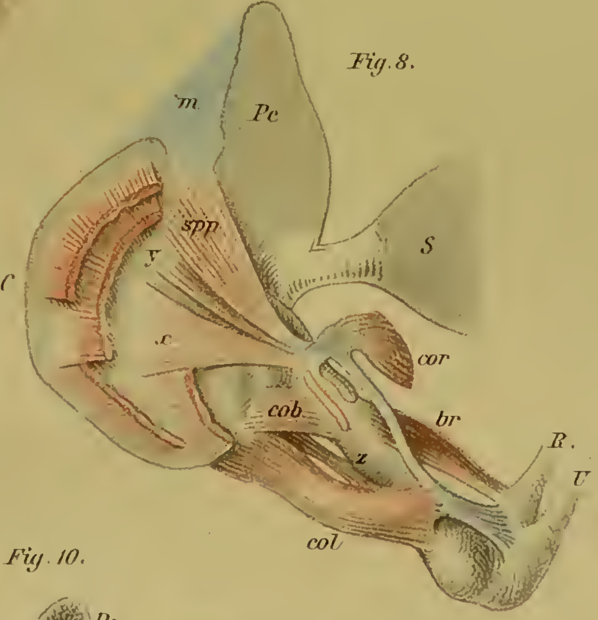


Fig. 8.

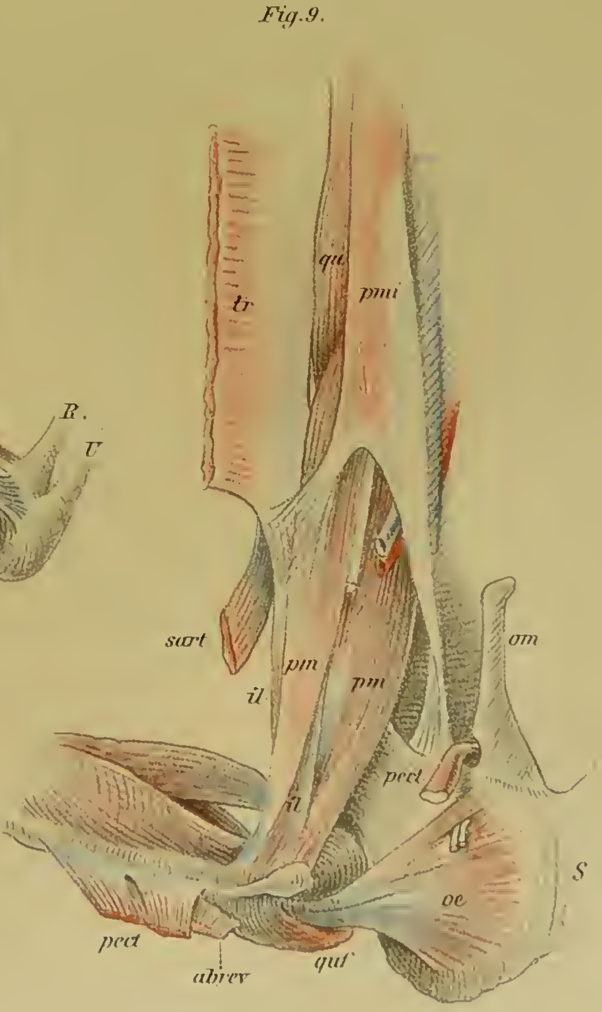


Fig. 9.

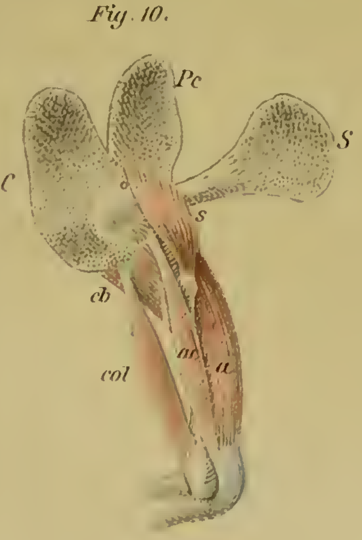


Fig. 10.

Lith Anst v C Kirst, Leipzig.

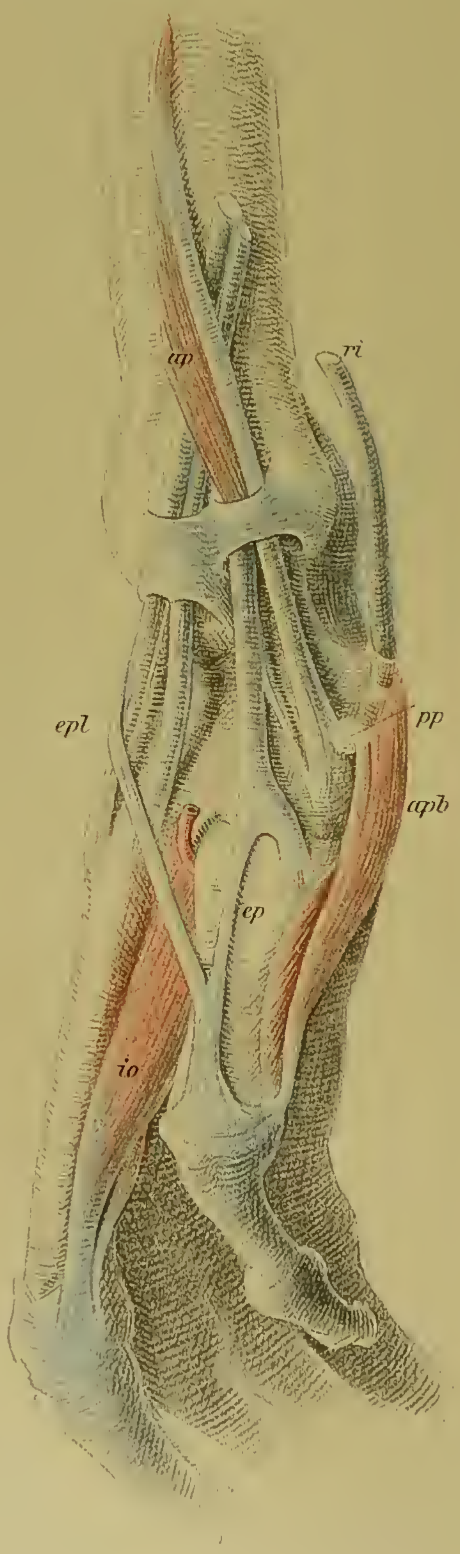


Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 11.

P. Eisler del.

Tafel XII.

P. Eisler, Die Homologie der Extremitäten.

Figg. 12—14. Ventrale Muskulatur an Vorderarm und Hand bei Menopoma alleghaniense. 2 : 1. *1* Palmaris superficialis; *2* Flexor antebrachii et carpi radialis; *3* Ulnaris internus + Flexor antebrachii ulnaris; *4* Flexores breves superficiales; *5* Palmaris profundus III; *6* Flexor metacarpi IV profundus longus; *7* Palmaris profundus II; *8* Palmaris prof. I; *9* Flexores breves superficiales (tiefere phalangeale und metakarpale Insertionen; *10* Flexores breves medii s. Contrahentes digitorum; *11* Flexores breves profundi + Interossei.

In Fig. 12 sind die langen Fingersehnen des Palmaris superficialis an Digg. III u. IV gekürzt, in Fig. 13 alle ebenso wie der Bauch des Palm. superfic. abgetragen, Palmarfaszie umgeklappt.

Figg. 15—19. Ventrale Muskulatur an Unterschenkel und Fuss bei Menopoma. 2 : 1. *1* Plantaris superficialis maior; *2* Plantaris superficialis minor; *3* Fibuloplantaris; *4* Plantaris profundus I; *5* Plantaris prof. II; *6* Plantaris profund. III; *7* Fibulotibialis; *8* Fibulotarsalis; *9*, *10* Flexores breves superficiales; *11* Flexores breves medii s. Contrahentes digg.; *12* Flexores breves profundi; *13* Interossei; *x* Ansatz des Ischioflexorius; *y* Ansatz des Ischiotibialis; *z* Femorofibularis longus.

In Fig. 15 ist die lange Sehne des Plantaris superfic. mai. an Digg. III und IV gekürzt; in Figg. 16 u. 17 sind Plantar. superfic. mai. und Flexores breves superficiales abgetragen, die Plantarfaszie ist hochgezogen. — Die Nerven sind schwarz gehalten.

Figg. 20—22. Dorsale Muskulatur an Vorderarm und Hand bei Menopoma. 2 : 1. *1* Extensor digg. communis longus; *2* Extensor carpi radialis; *3* Extensor antebrachii et carpi ulnaris; *4* Extensor antebrach. radialis; *5* Abductor metacarpi II + Extensor digg. brevis superficialis; *6* Extensor digg. brevis profundus; *7* Interossei.

Figg. 23—25. Dorsale Muskulatur an Unterschenkel und Fuss bei Menopoma. 2 : 1. *1* Extensor digg. communis longus; *1a*, *1b* dessen Bündel an Fibulare bezw. an Tarsale V; *2* Extensor tarsi tibialis longus; *3* Extensor tarsi tibialis brevis; *4* Femorotibialis superficialis; *5* Femorofibularis brevis; *7* Extensor digg. brevis superficialis; *7a* dessen tibiale Randportion; *8* Extensor digg. brevis medius; *9* Extensor digg. brev. profundus; *10* Interossei; *11* Abductor dig. V; *12* Insertionssehne des Rectus fem.; *13* Sartorius. — Der N. peroneus ist schwarz gehalten

---

Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.

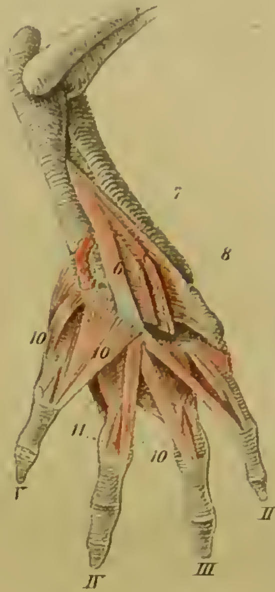


Fig. 21.



Fig. 20.



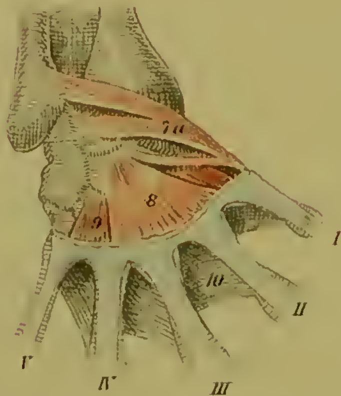
Fig. 23.



Fig. 22.



Fig. 25.



P. Eisler del.

Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 24.



Fig. 18.



Fig. 19.



Lith Anst. v. Kirst Leipzig.

